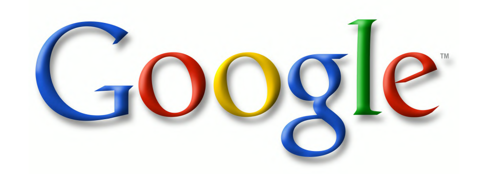

Google



Annales agronomiques

Paul Pierre Dehérain, Pierre Paul Dehérain, France. Direction de l'agriculture


3 2044 106 329 022


SIGILLVM ACADEMIAE HARVARDINAE IN NOV ANG
VE RI TAS

ANNALES
AGRONOMIQUES

PARIS — IMPRIMERIE L. MARETHEUX, 1, RUE CASSETTE

ANNALES
AGRONOMIQUES

PUBLIÉES SOUS LES AUSPICES

DU

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE
(Direction de l'Agriculture)

PAR

M. P.-P. DEHÉRAIN

MEMBRE DE L'INSTITUT
ET DE LA SOCIÉTÉ NATIONALE D'AGRICULTURE
PROFESSEUR DE PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE AU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE
ET DE CHIMIE AGRICOLE A L'ÉCOLE DE GRIGNON

TOME VINGTIÈME

PARIS
G. MASSON, ÉDITEUR
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, Boulevard Saint-Germain

1894

ANNALES
AGRONOMIQUES

RECHERCHES
SUR
LE DÉVELOPPEMENT ET LA MATURATION DE LA POMME A CIDRE

PAR

M. L. LINDET
Docteur ès sciences,
Professeur de technologie agricole à l'Institut national agronomique.

La fabrication du cidre est, parmi les industries agricoles, une de celles qui ont été pendant le plus longtemps abandonnées des recherches scientifiques. Depuis quelques années, les efforts d'un certain nombre de savants, MM. Lechartier, Hauchecorne, Truelle, Power, Andouard, Kayser, etc..., ont permis à cette fabrication de sortir un peu de ses pratiques routinières, et l'ont éclairée sur bien des points jusque-là obscurs. L'enseignement auquel je me consacre, m'a fait un devoir d'apporter aussi à cette industrie mon contingent de recherches, et je me suis proposé de consacrer une partie de mon temps à l'étude de la pomme et de la boisson qu'elle fournit.

Dans cet ordre d'idées, je me suis préoccupé tout d'abord de chercher à connaître les phénomènes chimiques qui président au développement du fruit et à sa maturation. La grande quantité d'amidon que j'ai rencontrée dans les pommes vertes donnait à l'étude des transformations de ses hydrates de carbone un intérêt particulier.

J'ai été assez heureux pour trouver en M. Hérissant, le distingué directeur de l'école d'agriculture des Trois-Croix près de Rennes,



un collaborateur dont le zèle m'a été des plus précieux, et qui me permettra de lui adresser ici mes plus vifs remerciements. M. Hérissant a bien voulu m'envoyer tous les quinze jours un lot de pommes, pesant environ 3 kilos, et prélevées sur un même arbre. Ces pommes me sont toujours arrivées le lendemain ou le surlendemain au plus tard du jour où elles avaient été cueillies, en sorte que l'on peut, étant donnée la lenteur relative des transformations que subit la pomme, une fois cueillie, admettre qu'à peu de choses près, ces pommes présentaient, à leur arrivée au laboratoire, la composition chimique qu'elles possédaient sur l'arbre.

Ces pommes appartenaient à l'espèce dite « petit doux ». Cette variété est tardive; mais grâce à la saison spécialement chaude et sèche de cette année, elle a terminé sa maturation vers la fin d'octobre. Les pommes « petit doux » sont de moyenne grosseur; leur forme est en général régulière; quelquefois elles sont plus larges à la base qu'à la partie supérieure, quelquefois aussi plus développées d'un côté que de l'autre. L'œil est peu enfoncé, le pédoncule inséré dans une cavité peu profonde. L'épiderme est jaune, quelquefois légèrement nuancé d'orangé. La chair est d'un blanc mat.

A leur arrivée, ces pommes étaient pesées, et de leur nombre on déduisait le poids moyen. Puis elles étaient classées suivant leurs dimensions, en petites, moyennes et grosses, et le poids d'une pomme moyenne a toujours été, à peu de chose près, identique à celui que l'on déduisait de la première pesée. Les petites et les grosses étaient rejetées, et seules les moyennes étaient réservées à l'analyse. Voici d'ailleurs le poids moyen que présentaient, aux différentes dates de leur arrivée, les pommes sur lesquelles je me réservais d'opérer.

	gr.
24 juillet	21 5
8 août	34 0
23 août	46 0
7 septembre	50 2
21 septembre	60 3
4 octobre	68 7
18 octobre	75 3
3 novembre	76 5

I. — Procédés analytiques employés.

Je me suis proposé de rechercher, dans chacun des échantillons successifs que m'a adressés M. Hérissant, la nature et les quantités relatives des hydrates de carbone utilisables par la fermentation. A quelque moment de la végétation que j'aie examiné cette question, je n'ai rencontré dans la pomme que trois de ces hydrates de carbone, l'amidon, le saccharose et un sucre réducteur, qui m'a toujours paru constituer un sucre inverti contenant un excès de levulose.

MM. Vincent et Delachanal[1] ont démontré la présence dans les pommes d'une certaine quantité de sorbite; la production de ce corps joue peut-être un rôle actif ou passif dans les transformations que j'ai étudiées. Préoccupé de ne doser que les hydrates de carbone directement ou indirectement fermentescibles, j'ai négligé, à tort, de tenir compte de la présence de la sorbite, et je le regrette aujourd'hui.

a) *L'amidon.* — L'existence d'une grande quantité d'amidon dans la pomme verte, m'avait semblé chose nouvelle; Buignet[2], qui s'était attaché à rechercher cet amidon dans les fruits verts acides, n'en avait pas constaté la présence. Or, j'ai reconnu cette présence de l'amidon dans tous les fruits, la poire, la pêche, la prune, l'abricot, et même le raisin vert, et je m'étonnais, étant donnée la facilité avec laquelle l'iode et le microscope peuvent la déceler, qu'elle n'ait pas été signalée déjà. J'ai appris dernièrement que M. Grignon m'avait devancé[3].

Cet amidon est en général circulaire, rarement elliptique; sa dimension diamétrale est comprise entre 6 μ et 20 μ. Il est, quand le fruit est vert, régulièrement distribué dans tout le fruit et il est difficile, lorsque l'on plonge une tranche de pomme dans l'eau iodée, de voir s'il y en a plus dans le mésocarpe que dans l'endocarpe. Mais, au fur et à mesure que la maturation avance, on voit cet amidon disparaître par les parties centrales de la pomme; il arrive même que le cœur en soit totalement dépourvu, et que la

1. Vincent et Delachanal. Présence de sorbite dans les fruits rosacés. (*Comptes rendus*, t. CVIII, p. 354.)

2. Buignet. *Recherches sur la matière sucrée des fruits acides.* (Thèse, 1860, p. 39.)

3. Grignon. *Le Cidre*, Doin, 1887.

teinte, produite par l'eau iodée, aille en s'affaiblissant de la périphérie vers le centre. Quelquefois on aperçoit des traînées bleues, dirigées de l'épicarpe vers l'endocarpe, qui ont conservé une partie de leur amidon ; quelquefois aussi l'amidon s'accumule contre les parois cornées des loges de l'endocarpe, comme s'il ne pouvait les traverser; dans les parties du fruit où la circulation est moins active, par exemple dans les portions saillantes situées près de l'ombilic, et même près du pédoncule, l'amidon stationne plus longtemps. Enfin dans les parties talées de la pomme, là où la circulation est interrompue, l'amidon séjourne indéfiniment.

Pour doser cet amidon, j'ai eu recours à un procédé qui a été imaginé par M. Baudry pour le dosage de la fécule contenue dans la pomme de terre[1]. Ce procédé repose sur ce fait que la fécule, en présence d'une solution saturée et bouillante d'acide salicylique, se transforme intégralement en fécule soluble, douée d'un pouvoir rotatoire constant ($\alpha_D = 202^\circ,66$). M. Baudry a appliqué ce procédé à l'analyse rapide de la pomme de terre, en agissant directement sur la pulpe et en négligeant l'erreur qui, dans ce cas, résulte de la rotation imprimée par le saccharose.

Cette erreur, je ne pouvais la négliger, quand il s'agissait de doser dans la pomme à cidre des quantités relativement faibles d'amidon, en présence de quantités notables de sucres. J'ai donc dû opérer sur la pulpe préalablement épuisée par l'eau, et pour éviter que pendant cet épuisement l'amidon vienne à être attaqué par les bacilles amylobacter, j'ai dû ajouter à la pulpe une petite quantité d'essence de moutarde.

J'ai modifié, il y a deux ans, le procédé de M. Baudry pour le rendre applicable au dosage de l'amidon dans les graines[2]; cet amidon résiste en effet plus que la fécule à l'action de l'acide salicylique, et l'on ne saurait, par l'ébullition à 100 degrés, en présence de cet agent, solubiliser entièrement l'amidon du blé, de l'orge, du maïs, etc. J'ai dû opérer à une température plus élevée, à 106-107 degrés, en ajoutant à la solution salicylique assez de sel marin pour la saturer. Je me suis assuré que, dans ces conditions, les matières cellulosiques du grain n'étaient pas attaquées et qu'il

1. Baudry. *Bulletin de l'Association des chimistes de sucrerie et de distillerie*, 1891-1892, p. 354.

2. Lindet et Herbet. Contributions à l'étude des orges et des malts, *Journal de la Distillerie française*, 1891, p. 458.

suffisait, dans le cas où l'on opère sur la graine, préalablement lavée à l'eau très froide pour enlever les sucres solubles, sans risquer de saccharifier l'amidon, de filtrer pour obtenir des liquides contenant à l'état de dextrine, tout l'amidon. Ne retrouvant plus l'amidon soluble, mais une dextrine, et craignant que cette dextrine n'eût un pouvoir rotatoire variable, je saccharifiais les liquides par l'acide chlorhydrique au bain-marie, et je dosais le glucose par la liqueur de cuivre. Depuis, j'ai reconnu que cette dextrine, quand on en détermine le poids par saccharification et dosage à l'état de glucose, possède au contraire un pouvoir rotatoire constant de $\alpha_D = 177°$.

C'est ce procédé que j'ai suivi pour doser l'amidon des pommes et les liqueurs après le traitement au sel et à l'acide salicylique étaient simplement passées au saccharimètre; en combinant la saccharification et le dosage à la liqueur de cuivre avec l'étude au saccharimètre, j'ai vu que le pouvoir rotatoire de 177 degrés représentait bien encore celui de la dextrine provenant de la transformation de l'amidon de pommes :

	AMIDON dosé par la liqueur de cuivre.			AMIDON dosé par le saccharimètre.		
I	4.6	p. 100 d'une	pomme	4.6	p. 100 de la	même pomme.
II	3.8	—	—	3.9	—	—
III	5.7	—	—	5.6	—	—

Voici d'ailleurs le mode opératoire que j'ai suivi dans tous les dosages, dont il sera question plus bas. Je prends environ 100 grammes de pulpe de pommes (sans pépins), que j'obtiens au moyen d'une large râpe à bois; je les délaie avec de l'eau, à laquelle j'ajoute un peu d'essence de moutarde; je jette le tout sur un filtre à plis de 13 à 14 centimètres de rayon; je repasse les premières portions filtrées, dans le cas où elles auraient entraîné un peu d'amidon; puis je lave, au moyen d'un ballon renversé, et en ayant soin de temps à autre d'arroser d'un jet de pissette les parties saillantes du filtre. Quand 5 à 6 litres d'eau ont ainsi diffusé les sucres de la pulpe, je considère le lavage comme suffisant, je laisse égoutter et j'introduis le filtre et son contenu dans un ballon avec 250 centimètres cubes d'eau, 2 grammes d'acide salicylique et 100 grammes de sel; je surmonte le ballon d'un large tube et je fais bouillir au bain de sable pendant trois heures. Au lieu de filtrer pour séparer le liquide actif du résidu ligneux, je préfère, afin

de ne pas l'étendre de l'eau que nécessiterait le lavage, introduire tout le contenu du ballon, après l'avoir rendu bien homogène en l'agitant violemment, dans une éprouvette graduée, et déduire du volume observé le volume du marc, celui du filtre, et même celui de l'acide salicylique qui a cristallisé par refroidissement. Dans mes analyses, comme on le verra plus bas, j'obtenais directement le poids du marc sec; j'ai constaté que sa densité était de 1.3, et je pouvais facilement en déduire le volume; si l'on ne veut pas faire cette opération on peut, sans grande erreur, déduire 2.5 à 3 centimètres cubes par 100 grammes de pulpe fraîche; quant au volume occupé par le filtre, il peut être obtenu directement par un essai fait sur un filtre de même taille; il était, pour les dimensions citées plus haut, de 5 centimètres cubes. Le liquide, ainsi mesuré, est filtré, et au moyen du saccharimètre, en appliquant la formule $p = \frac{v}{177 \times l}$, on calcule la quantité d'amidon contenue dans la pulpe employée.

b) *Les sucres.* — Pour doser dans les jus de pommes le saccharose et le sucre réducteur, j'ai titré les liqueurs, avant et après les avoir inverties, par la liqueur de Fehling. Ce procédé ne peut être considéré comme exact que si l'on se place toujours dans des conditions comparables. Or j'ai eu soin d'opérer toujours sur le même volume de liqueur cuivrique, de diluer les jus de façon à n'introduire que des quantités semblables de liquide sucré. Je prenais même la précaution, pour éviter un changement de titre, de saturer l'acide libre au moyen de la soude dans les liquides invertis.

Le procédé d'inversion que j'ai suivi est le procédé connu dans le commerce et dans les laboratoires de l'État sous le nom de *procédé Clerget*, tel qu'il a été dernièrement réglementé par le Comité consultatif des arts et manufactures (chauffage du liquide additionné de 10 p. 100 d'acide chlorhydrique, dans une fiole placée dans l'eau d'un bain-marie; ce chauffage doit se faire progressivement, de façon qu'un thermomètre placé dans la fiole s'élève en 10 ou 12 minutes de la température ordinaire à celle de 67 à 68 degrés). Ce procédé offrait pour moi cet avantage que le maltose, dans ces conditions, ne s'invertit pas, et que l'augmentation de réduction, même dans le cas où il y aurait eu un peu de maltose, n'eut été attribuable qu'au saccharose. J'ai pu établir ce fait en soumettant au procédé d'inversion Clerget du maltose que M. Jungfleish a bien voulu mettre à ma disposition.

Les dosages étaient effectués sur des volumes connus de jus, et rapportés ensuite au poids de 100 grammes de pommes, ce qu'il est facile de faire en dosant dans un poids connu de pommes la matière insoluble sèche, et en prenant la densité des jus filtrés obtenus directement par expression de la pulpe.

J'ai tenu à extraire en nature ce saccharose des pommes, et j'ai utilisé avec succès dans ce but un procédé qui m'a permis plusieurs fois déjà d'isoler le saccharose en présence de grandes quantités de sucres réducteurs. M. Aimé Girard avait, il y a quelques années pour obtenir un résultat analogue, employé pour détruire le sucre réducteur une dissolution d'oxyde de cuivre dans l'ammoniaque; j'ai préféré faire agir l'oxyde de cuivre en présence de la chaux, et voici le mode opératoire que j'ai cru le plus avantageux à suivre.

On commence par doser le sucre réducteur et l'on ajoute dans la liqueur suffisamment diluée une quantité de chaux hydratée en poudre fine, délayée dans l'eau, représentant sept à huit fois le poids du sucre réducteur; puis on introduit, en agitant continuellement une solution froide de sulfate de cuivre cristallisé; le poids de ce sel doit être le même que celui de la chaux employée. On chauffe doucement jusqu'à 90 degrés environ, et l'on maintient cette température jusqu'à ce que le précipité d'oxydule de cuivre ne varie plus de teinte. On laisse refroidir, et l'on sature exactement en évitant que la température ne s'élève, par une solution d'acide oxalique. On filtre. La liqueur contient encore du cuivre à l'état de saccharate probablement; on le précipite par l'hydrogène sulfuré, on fait bouillir et on évapore dans le vide jusqu'à consistance très sirupeuse.

On reprend le sirop par l'alcool méthylique fort, en ayant soin de n'ajouter l'alcool que peu à peu. On filtre, et on abandonne la solution méthylique à elle-même dans un flacon bouché. Le saccharose y cristallise lentement; on peut, pour l'activer, amorcer la cristallisation.

Je me suis imposé de déterminer, à chaque analyse de pommes, la déviation saccharimétrique du liquide sucré. Si l'on ajoute à cette déviation, qui est toujours lévogyre, celle qu'aurait donnée le saccharose dosé par la liqueur de cuivre, on obtient pour le sucre réducteur accusé par cette liqueur avant l'inversion, un pouvoir rotatoire qui, pour chaque prise d'échantillons, s'est

montré sensiblement constant[1], comme l'indique le tableau suivant :

1re série.	24 juillet	α_D =	— 60.8
2e —	8 août	α_D =	— 70.0
3e —	23 août	α_D =	— 68.7
4e —	7 septembre	α_D =	— 69.5
5e —	21 septembre	α_D =	— 71.4
6e —	4 octobre	α_D =	— 69.3
7e —	18 octobre	α_D =	— 67.3
8e —	3 novembre	α_D =	— 58.3

J'expliquerai plus loin l'abaissement qui s'est produit dans le pouvoir rotatoire du sucre réducteur, le 18 octobre et le 3 novembre. Ces pouvoirs rotatoires ont toujours augmenté de 4 à 6 degrés à gauche par le fait de l'inversion. M. Jungfleish et Grimbert[2] ont montré que ce fait était caractéristique des propriétés du lévulose. J'ai fait d'assez nombreux essais de précipitations fractionnées à l'alcool en présence de la chaux sur des jus de pommes sans rencontrer d'autres sucres réducteurs que le levulose et le glucose, et il me paraît infiniment probable que ce sucre réducteur, malgré son pouvoir rotatoire élevé, est un sucre inverti à excès de levulose. MM. Brown et Morris ont montré que le glucose disparaît plus vite par la respiration que le levulose.

c) *Matières cellulosiques, azotées et minérales, acidité, etc.* — Les hydrates de carbone utilisables à la fermentation ne sont pas les seuls éléments que je me sois proposé de doser dans les pommes, et pour me renseigner sur la marche de leur développement, il me fallait connaître leur teneur, à chaque période, en matières cellulosiques, azotées et minérales.

J'obtenais le poids de matières cellulosiques en déduisant du poids des matières sèches insolubles le poids d'amidon, celui des matières azotées insolubles et des matières minérales insolubles. Une centaine de grammes de pulpe était, à chaque échantillonnage, disposé sur un filtre taré, et là, épuisé par l'eau, en présence d'essence de moutarde. Le filtre sec était pesé, et l'on prélevait une partie du résidu pour doser l'azote, une autre pour doser les cendres.

1. Buignet, qui a fait le même calcul pour déterminer le pouvoir rotatoire du sucre réducteur d'une pomme de reinette grise, a obtenu α_D = — 68,2. (*Thèse*, p. 27.)

2. Jungfleish et Grimbert. *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. CVIII, p. 144.

Le dosage de la matière azotée totale a été fait au moyen du procédé Kjeldahl.

Celui de la matière minérale totale a été effectué par l'incinération de pommes séchées, en présence de l'acide sulfurique; j'ai remarqué que les cendres contenaient des chlorures, qui sans cette précaution se seraient volatilisés. J'ai négligé de faire la correction que l'on fait d'ordinaire dans les laboratoires de sucrerie pour compenser la surcharge produite par l'addition d'acide sulfurique.

L'acidité a été mesurée par une liqueur titrée de soude et transformée en acide malique.

J'ai renoncé à doser le tanin, parce que j'ai jugé les procédés en usage insuffisants et que je n'ai pas voulu être amené, par des dosages incertains, à une conclusion qui ne pouvait être qu'erronée. J'avais fondé au début un certain espoir dans la valeur d'une méthode qui reposait sur l'emploi de l'eau de brome pour la précipitation du tanin; mais j'ai vite reconnu qu'elle n'avait qu'une valeur relative, et j'ai dû l'abandonner également. La seule observation que j'aie faite dans cet ordre d'idées, est que la coloration dont se teintent les jus en filtrant à l'air, dans des conditions identiques, comparée au colorimètre avec une solution faible de perchlorure de fer, ne varie d'une époque à l'autre que dans des limites très faibles. Si l'on admet que cette coloration est proportionnelle à la quantité de tanin libre contenu dans le jus, on arrive à cette conclusion, que je donne sous toute réserve, que le tanin se trouve à toute époque de la végétation en quantité à peu près constante.

Je n'ai guère obtenu de meilleurs résultats dans les dosages que j'ai tentés de la pectine. En précipitant par l'alcool les jus obtenus dans les dosages successifs, j'ai observé un très faible précipité qui ne répondait guère aux apparences de la pectine. Ce n'est qu'à la dernière analyse, alors que le fruit était mûr, que j'ai pu constater par la précipitation alcoolique un corps présentant les caractères que l'on attribue d'ordinaire à ce composé.

Tels sont les procédés de dosage que j'ai appliqués à l'analyse des échantillons successifs des fruits récemment cueillis. Je les ai appliqués également et dans des conditions identiques, à l'étude de la pomme détachée de l'arbre et mûrissant au fruitier. A chaque prise d'échantillons, en effet, je prélevais trois ou quatre lots de

pommes bien moyennes, que j'enfermais à l'obscurité, et que j'analysais à des époques régulièrement éloignées.

La question des transformations que subissent les hydrates de carbone au cours de la maturation étant la plus importante, je la détacherai du reste du mémoire, et je ne m'occuperai tout d'abord que des modifications qui ont lieu dans la répartition des autres éléments.

II. — Composition chimique de la pomme (abstraction faite des sucres et de l'amidon) aux différentes époques de sa végétation et de sa maturation.

Le dosage de l'acidité, le dosage des matières cellulosiques, azotées, minérales, fait dans les conditions qui précèdent, m'ont fourni les résultats suivants :

	ACIDITÉ en acide malique p. 100	MATIÈRES cellulosiques p. 100.	MATIÈRES azotées p. 100.	MATIÈRES minérales p. 100.
1re série. 24 juillet	0.5	4.4	»	0.4
2e — 7 août	0.5	3.1	0.6	0.4
3e — 23 août	0.4	3.2	0.5	0.4
4e — 7 septembre	0.3	2.8	0.3	0.3
5e — 21 septembre	0.3	2.8	0.3	0.3
6e — 4 octobre	0.2	2.7	0.3	0.2
7e — 18 octobre	0.2	2.6	0.4	0.3
8e — 3 novembre	0.2	»	0.3	0.2

Si l'on calcule, en se reportant au poids que possédait la pomme moyenne à chaque prise d'échantillon, les quantités d'acides, de matières cellulosiques, azotées et minérales contenues dans une pomme, on constate que ces quantités ont augmenté assez régulièrement. Mais on arrive à des conclusions différentes, en considérant le pourcentage de ces différents matériaux, rapporté dans le tableau précédent. On voit que la proportion de ces matières, qui a diminué progressivement jusqu'au 7 septembre, est devenue sensiblement constante à partir de cette époque. Or, c'est à cette date du 7 septembre que les pommes ont présenté les premiers caractères de la maturité ; la peau, verte jusque-là, avait pris une légère teinte jaune, qui s'est accentuée peu à peu dans les échantillons suivants : les pépins avaient commencé à se colorer. On peut donc dire que depuis l'époque où la pomme a commencé à mûrir, le taux des matières qui nous occupent est resté stationnaire, bien qu'il ait en valeur absolue augmenté proportionnelle-

ment au développement du fruit. A la date du 18 octobre, et surtout à celle du 3 novembre, les pommes étaient complètement mûres, elles venaient de se détacher de l'arbre; cet excès de maturité n'a pas semblé apporter de changement dans leur composition.

J'ai examiné, au point de vue de leur teneur en ces différents matériaux, les pommes mûries au fruitier, et j'ai constaté que l'acidité diminuait, que les matières azotées et minérales ne variaient pas, ce qui est conforme aux faits que la maturation sur l'arbre permet de constater. Je fais des réserves sur la question des matières cellulosiques; les dosages que j'en ai faits sur les pommes mûrissant, ne sont pas assez précis pour me permettre d'annoncer que leur quantité augmente quand le fruit est abandonné à lui-même. Je reviendrai sur cette question à la saison prochaine.

III. — Composition chimique de la pomme en sucres et amidon aux différentes époques de son développement et de sa maturation.

J'ai réuni dans le tableau suivant les chiffres que m'ont fournis les dosages d'amidon, de saccharose et de sucre inverti, non seulement sur les pommes cueillies de quinzaine en quinzaine, mais aussi sur celles, dont j'avais prélevé des échantillons et que j'avais abandonnées à l'obscurité.

Les pommes que je mettais ainsi de côté le jour de leur arrivée pour les laisser mûrir, étaient exactement pesées, puis pesées de nouveau, le jour où je les soumettais à l'analyse. Les chiffres que je présente sont corrigés, en tenant compte de l'eau évaporée pendant le séjour au fruitier, de l'amidon perdu, du volume et de la densité du jus que la pomme était capable de fournir.

J'ai observé que la maturation de la pomme enfermée à l'obscurité était aussi active, mais fournissait des résultats plus réguliers que quand la pomme était exposée à la lumière. Aussi ai-je, dès le début de mes essais, adopté cette première manière de faire.

Les chiffres imprimés en lettres grasses sont ceux que m'ont donnés les analyses faites sur les pommes cueillies de quinze en quinze jours; les autres sont ceux que donnent les mêmes pommes, ayant séjourné un certain nombre de jours à l'obscurité.

Variation de composition de la pomme « petit doux » pendant son développement et sa maturation (en centièmes).

		POIDS moyen.	AMIDON	SACCHAROSE	SUCRE inverti.	TOTAL exprimé. en glucose.
1re série . . .	**24 juillet** . .	21.5	**4.8**	**1.1**	**6.4**	**12.7**
2e série. . . .	**8 août.** . . .	34.0	**4.8**	**1.2**	**6.8**	**13.3**
3e série. . . .	**23 août** . . .	46.0	**4.9**	**1.2**	**8.3**	**15.0**
	31 août . . .	»	4.3	1.5	8.6	14.9
	6 septembre.	»	2.8	2.1	9.3	14.6
	15 septembre.	»	1.0	1.2	10.3	12.7
4e série. . . .	**7 septembre.**	50.2	**5.8**	**2.3**	**8.3**	**17.1**
	14 septembre.	»	3.7	2.7	8.7	15.5
	20 septembre.	»	1.9	2.7	9.5	14.4
	25 septembre.	»	1.1	1.4	10.1	12.8
5e série. . . .	**21 septembre**	60.3	**3.8**	**2.5**	**8.3**	**15.1**
	27 septembre.	»	3.0	3.1	8.5	15.0
	3 octobre.. .	»	2.1	2.7	9.4	14.5
6e série. . . .	**4 octobre.** .	68.7	**3.3**	**3.2**	**8.2**	**15.2**
	9 octobre . .	»	2.8	3.4	8.5	15.1
	14 octobre . .	»	2.2	3.6	8.7	14.9
	21 octobre . .	»	1.6	3.0	8.9	13.8
7e série. . . .	**18 octobre.** .	75.3	**2.1**	**3.7**	**8.6**	**14.9**
	30 octobre . .	»	1.1	3.0	9.3	13.7
	7 novembre.	»	0.8	3.5	9.5	13.0
8e série. . . .	**3 novembre.**	76.3	**0.8**	**2.9**	**9.4**	**13.3**

Si l'on considère tout d'abord, dans le tableau précédent, les chiffres qui sont relatifs à la maturation complémentaire de la pomme cueillie (3e, 4e, 5e, 6e et 7e séries), on constate que la teneur en amidon diminue progressivement, et d'une façon tout à fait régulière, que le sucre inverti augmente, au fur et à mesure de la disparition de l'amidon, que le saccharose enfin, qui croît aux premiers jours de la maturation complémentaire, diminue au contraire quand la proportion d'amidon s'abaisse dans les environs de 2 p. 100. Dans la maturation de la pomme de la 7e série, on n'a pas constaté cet accroissement de saccharose par ce fait que la pomme mise le 18 octobre en expérience était pauvre déjà en amidon. Il semble donc que nous assistons à deux transformations

parallèles, d'une part à la production du saccharose aux dépens de l'amidon, d'une autre à l'inversion de ce saccharose. Ce dernier phénomène s'accomplit d'une façon régulière; le premier, au contraire, se ralentit, quand l'amidon disparaît. La quantité totale des hydrates de carbone diminue toujours, surtout à la fin de la maturation, comme si le fruit à cette époque respirait plus activement, ou formait de nouvelles quantités de celluloses.

Ces phénomènes, nous les retrouvons quand nous étudions, au moyen de ce même tableau, la maturation sur l'arbre. Mais là ils sont profondément troublés par l'apport incessant des hydrates de carbone élaborés par les feuilles, et spécialement de l'amidon, profondément troublés aussi par l'utilisation des matériaux hydrocarbonés à la croissance et à la respiration du fruit.

La proportion d'amidon, constante au début, a atteint un maximum vers le 7 septembre, puis a diminué. On verra plus bas, dans le tableau qui indique la quantité absolue des hydrates de carbone, contenus dans une pomme moyenne, que le poids d'amidon renfermé dans cette pomme a crû régulièrement jusqu'à cette date, pour s'abaisser ensuite.

Le poids de saccharose d'une pomme moyenne a augmenté progressivement jusqu'à la date du 18 octobre, mais la proportion p. 100 de pommes, constante jusqu'au 7 septembre, s'est élevée jusqu'à cette même date du 18 octobre. Le 3 novembre, elle avait sensiblement diminué; c'est qu'à cette époque le fruit, qui venait de se détacher de l'arbre, ne renfermait qu'une quantité inférieure à 2 p. 100 d'amidon, et qu'il avait subi sur la branche la maturation complémentaire.

A cette date du 3 novembre, et même à celle du 18 octobre, on voit la proportion de sucre inverti, qui avait augmenté au début, alors que le saccharose restait stationnaire, qui était devenue constante, tandis que celle du saccharose augmentait, s'élever de 8.2 à 8.6 puis à 9.4 p. 100, comme on l'a vu s'élever chez la pomme mûrissant au fruitier. Cette constance que l'on observe du 23 août au 4 octobre dans la proportion de sucre inverti s'est établie précisément au moment où s'établissait la constance des proportions de matières cellulosiques, azotées et minérales; c'est-à-dire qu'à ce moment le sucre inverti s'est produit proportionnellement au développement de la pomme.

J'ai fait allusion, dans les explications qui précèdent, à la quan-

tité absolue d'amidon, de saccharose et de sucre inverti renfermé dans une pomme moyenne. Il est facile en effet d'obtenir cette quantité en multipliant le poids de cette pomme moyenne par les chiffres trouvés plus haut, et de dresser le tableau suivant où la teneur d'un fruit moyen en ses hydrates de carbone est exprimée en grammes.

Poids de l'amidon, du saccharose et du sucre inverti, contenus dans une pomme moyenne (en grammes).

	AMIDON	SACCHAROSE	SUCRE inverti.	TOTAL exprimé en glucose.
	—	—	—	—
24 juillet	1.0	0.2	1.4	2.7
8 août	1.6	0.4	2.3	4.5
23 août	2.2	0.6	3.8	6 9
7 septembre	2.9	1.2	4.2	8.6
21 septembre	2.3	1.5	5.0	9.1
4 octobre	2.2	2.2	5.6	10.4
18 octobre	1.6	2.8	6.5	11.2
3 novembre	0.6	2.2	7.2	10.2

En dehors des conclusions que j'ai tirées plus haut de ces résultats, on voit que le total des hydrates de carbone a augmenté continuellement jusqu'à la date du 3 novembre, date à la quelle il s'est abaissé comme il s'est abaissé dans les expériences de maturation complémentaire. Il y a donc eu, même au moment où la teneur en amidon diminuait, un nouvel apport de la part des feuilles. Cet apport s'est-il traduit par un nouveau dépôt d'amidon, qui a disparu plus vite qu'il ne s'est reformé, ou bien la feuille a-t-elle fourni directement du saccharose? C'est une question qu'il est impossible de résoudre au simple examen de ces analyses. Tout ce que nous savons, c'est que l'amidon, capable de se transformer en saccharose, pouvait être, pendant la maturation sur l'arbre, promptement utilisé.

Cette transformation de l'amidon en saccharose est un phénomène chimique dont le mécanisme nous échappe, mais qui semble être établi par de nombreux faits expérimentaux. On a cité bien des fois l'exemple des fruits féculents qui se transforment par la maturation en fruits sucrés. M. Corenwinder [1], et plus tard M. Ric-

1. Corenwinder. La Banane, *Annales*, t. II, p. 429.

ciardi dans une étude soignée de la banane [1], ont montré que des fruits qui contenaient, au moment où on venait de les cueillir 12 p. 100 d'amidon et de faibles quantités de sucres, avaient, par la maturation, perdu tout leur amidon et gagné du saccharose et du sucre inverti.

Kuhnemann [2] a signalé la présence du saccharose dans les graines d'orge germées.

MM. Brown et Morris [3] ont annoncé dernièrement que le malt était toujours plus riche en saccharose que l'orge dont il provenait; ils ont même été assez heureux pour établir par une expérience directe que le saccharose peut prendre naissance aux dépens du maltose, et par conséquent aux dépens de l'amidon, dont la transformation en maltose au sein même de l'organisme végétal ne fait de doute pour personne.

J'ai moi-même [4], avant d'avoir eu connaissance du mémoire de MM. Brown et Morris, étudié, à un point de vue plus industriel que physiologique, la transformation des hydrates de carbone contenus dans l'orge en germination, et j'ai vu que la teneur en saccharose de neuf échantillons d'orge, prélevés dans un même germoir de brasserie, s'élevait progressivement de 1 à 3 p. 100. Ce saccharose, accusé par l'analyse saccharimétrique et l'analyse à la liqueur de cuivre, a été également extrait à l'état cristallisé.

La transformation, pendant la maturation, du saccharose en sucre inverti est plus connue, et je n'insisterai que pour exposer les résultats que j'ai obtenus en soumettant au saccharimètre les jus des pommes ayant mûri au fruitier. Si l'on ajoute à la déviation obtenue celle qu'aurait produite le sacharose, on obtient, comme pouvoir rotatoire du sucre inverti, des nombres de plus en plus faibles, comme si pendant la maturation le sucre inverti produit avait perdu, par respiration ou par transformation, moins de

1. Ricciardi. Sur la composition de la Banane à différentes époques de sa maturation. *Comptes rendus*, t. XCV, p. 393.

2. Kuhnemann, présence du saccharose dans les graines germées, *Annales* t. II, p. 191.

3. Brown et Morris. Recherches sur la germination de quelques graminées. (*Journal of chemical Society*), traduit dans le *Moniteur scientifique de Quesneville*. 1893, p. 762 et 845.

4. Lindet. Sur la production du Saccharose pendant la germination. *Comptes rendus*, t. CXVII, p. 668.

levulose que pendant la végétation. C'est ce qui résulte du tableau suivant :

FRUITS DU 23 AOUT.	FRUITS DU 7 SEPTEMBRE.	FRUITS DU 18 OCTOBRE
23 août . . . — 68°.7	7 septembre. — 69°.5	18 octobre. . — 67°.3
31 août . . . — 59°.7	14 septembre. — 68°.6	7 novembre — 61°.2
6 septembre. — 55°.9	20 septembre. — 62°.2	
15 septembre. — 52°.7	25 septembre. — 55°.2	

Dans les pouvoirs rotatoires qui ont été indiqués plus haut pour le sucre inverti dosé dans les pommes récemment cueillies, on a vu que le nombre trouvé à chaque période était voisin de — 70 degrés et qu'il était tombé le 18 octobre à — 67°,3, et le 3 novembre à — 58°,3. Nous retrouvons encore dans la pomme mûrissant sur l'arbre les mêmes phénomènes que dans celles qui sont abandonnées au fruitier.

Nous tenons à faire remarquer aussi que ces phénomènes de la maturation complémentaire s'établissent avec la même régularité, quelle que soit l'époque à laquelle la pomme a été cueillie. Les pommes sont loin d'être mûres au mois d'août et de septembre, et cependant elles mûrissent à l'air, la peau jaunit, les pépins se colorent, l'odeur apparaît, et la transformation des hydrates de carbone suit une marche identique à celle qu'elle aurait suivie si on les avait laissées sur l'arbre.

La disparition des sucres par le fait de la respiration, consécutive à celle de l'amidon, a pour effet de diminuer le total des hydrates de carbone disponibles. Des sucres fermentescibles prennent naissance, mais si l'on considère les chiffres obtenus dans la maturation complémentaire à différentes époques, on voit qu'au début il y a plus de sucres gagnés que d'amidon disparu, mais qu'à la fin, au contraire, au moment où la pomme approche de sa maturité naturelle, et quand elle s'est appauvrie en amidon, la réserve qu'elle s'est constituée est insuffisante pour fournir à ses besoins, et une partie des sucres qu'elle avait accumulés vient à disparaître.

LES EAUX DE DRAINAGE

DES TERRES CULTIVÉES

PAR

M. P.-P. DEHÉRAIN
Membre de l'Académie des sciences.

(Deuxième mémoire.)

EAUX DE DRAINAGE D'HIVER

Au mois de février 1893[1], j'ai inséré dans ce recueil, les premiers résultats qu'a fournis l'étude des eaux de drainage, écoulées des cases de végétation récemment construites au champ d'expériences de Grignon.

Nous nous sommes arrêtés dans ce premier mémoire au commencement de novembre 1892, nous complétons aujourd'hui les indications que renferme le travail précédent; c'est pendant l'hiver quand la terre est dépouillée de récoltes, la pluie abondante, l'évaporation faible, que les eaux de drainage s'écoulent en plus grande quantité, d'où la nécessité pour connaître la totalité de l'azote entraîné d'une récolte à l'autre, de tenir grand compte des eaux d'hiver. En ajoutant les nombres que fournit leur analyse à ceux que nous avons donné précédemment, nous saurons comment s'est partagé pendant cette première année, l'azote du sol et des engrais entre les récoltes et les eaux de drainage.

§ I. — *Pluie et drainage pendant l'hiver de* 1892-1893

Les chiffres inscrits dans le mémoire de février 1892, s'arrêtent au 12 novembre. Voici les nombres observés depuis le 12 novembre jusqu'au 2 mars 1893.

Pluie en millimètres de hauteur.

Du 12 novembre au 13 décembre 1892. .	55 1
Du 13 décembre au 25 janvier.	36 9
Du 25 janvier au 2 mars 1893.	51 4
Total de la pluie d'hiver	143 4

1. T. XIX, p. 60.

Ainsi qu'on l'observe habituellement pendant l'hiver, les eaux de drainage forment une forte fraction des eaux tombées. Nous trouvons en effet pour la case n° 1 restée sans culture et sans engrais :

Eau de drainage en millimètres.

Du 12 novembre au 13 décembre 1892. . .	17 2
Du 14 décembre au 25 janvier 1893	22 2
Du 25 janvier au 2 mars 1893	26 1
TOTAL	65 5

C'est-à-dire que la pluie est au drainage dans le rapport de $\frac{143.4}{65.5} = 2.1$.

L'examen détaillé des eaux de drainage recueillies au-dessous de la case n° 1, présente cet intérêt de bien montrer l'influence de la température sur l'activité de la nitrification et nous reproduisons entièrement les chiffres inscrits sur le registre de la Station.

Eau de drainage de la case n° 1.

DATES des prises d'échantillons.	EAU recueillie en litres.	AZOTE nitrique dosé.	AZOTE NITRIQUE par litre.	AZOTE NITRIQUE calculé pour 1 hectare.
—	—	—	—	—
	gr. c.	gr. c.	gr. c.	kil.
8 décembre 1892. . .	69 »	12 627	0 183	31 067
14 décembre 1892 . . .	54 »	8 478	0 157	21 195
5 janvier 1893	35 »	0 385	0 011	0 960
20 janvier 1893 .	42 »	0 378	0 009	0 945
8 février 1893	36 »	2 808	0 078	7 020
2 mars 1893.	69 »	8 004	0 116	20 010

On voit qu'aux deux prises de décembre, les eaux sont chargées de nitrates, elles en renferment 0 gr. 183 et 0 gr. 157 par litre, mais quand les alternatives de gel et de dégel se font sentir en janvier, les eaux sont, au contraire, très pauvres, leur teneur augmente dès le commencement de février et surtout au mois de mars. Les autres cases fournissent des nombres analogues qu'il nous paraît inutile de reproduire.

§ II. — *Eau de drainage et azote nitrique des cases de végétation.*

Les résultats qu'ont fourni la mesure et l'analyse des eaux de drainage écoulées des cases de végétation sont réunis dans le tableau n° I.

On a indiqué dans les premières colonnes les cultures qu'ont porté les cases en 1892 et celles qui les ont remplacées en 1893, toutefois la plupart des plantes cultivées en 1893, n'étaient pas semées au moment où ont été recueillies les eaux d'hiver et pour que la distinction soit faite aisément entre les cases garnies de végétaux et celles qui n'en portaient plus ou n'en portaient pas encore, on a inscrit dans le tableau en italique les noms des cultures du printemps de 1893.

C'est ainsi que le blé succédant aux betteraves sur **3**, **4**, **5** est imprimé en caractères ordinaires parce qu'il occupait ces cases pendant l'hiver, tandis que les betteraves qui ont remplacé le blé sur **6**, **7** et **8** semées seulement en avril sont imprimées en italique.

Nous avons indiqué dans les colonnes suivantes les fumures de 1892, puis celles de 1893, nous n'avons inscrit que le fumier distribué pendant l'hiver, le nitrate de soude qui n'est répandu qu'au printemps n'y figure pas.

Si on examine la colonne dans laquelle sont inscrites les quantités d'eau recueillies, on voit que ces quantités sont assez peu différentes les unes des autres. La parcelle **2** sur laquelle croît du ray-grass ne donne qu'un nombre peu différent de celui de **1** resté toujours en jachère : l'évaporation des plantes flétries par le froid est donc bien peu active ; le jeune blé de **6**, **7** et **8** n'exerce aucune influence sur la quantité d'eau écoulée.

Il n'en est plus ainsi pour l'azote nitrique ; la quantité totale entraînée pendant les quatre mois d'hiver est considérable, et comme le montre le tableau : très variable. Les chiffres qui y sont inscrits méritent donc l'attention. Nous allons passer en revue successivement les différents groupes de cases, en insistant sur l'influence qu'exercent sur les pertes de nitrates par les eaux de drainage, la récolte sur pied, les récoltes précédentes, et la nature de la fumure qu'elle a reçue.

Cases restées en jachère. — Les terres des cases **1**, **12**, **13** et **14** sont restées en jachère pendant toute l'année 1892-1893, et si pendant l'hiver, les quantités d'eau qu'elles laissent couler sont peu différentes de celles des autres cases, la teneur du litre en azote nitrique et la quantité totale écoulée surpasse de beaucoup celles que fournissent les autres terres.

La case **12** qui a reçu 12 kilos de fumier donne moins d'azote

Tableau I. — Eaux de drainage et azote nitrique des cases de végétation du 12 novembre au 2 mars 1893.

Eau tombée sur la surface d'une case : 674 litres 26.

NUMÉROS des cases.	NATURE DE LA CULTURE En 1892.	NATURE DE LA CULTURE En 1893.	FUMURE DISTRIBUÉE A CHAQUE CASE En 1892.	FUMURE DISTRIBUÉE A CHAQUE CASE En 1893.	EAU de drainage recueillie.	AZOTE par litre.	AZOTE entraîné par l'eau de drainage.
1	Jachère	Jachère	Sans engrais.	Sans engrais.	305l »	0g108	32g330
2	Prairie.	Prairie.	Sans engrais.	Sans engrais.	293 »	0 015	4 395
3	Betterave à sucre.	Blé épi carré Schireff.	12 kilos fumier.	Sans engrais.	301 »	0 020	6 020
4	—	—	12 kilos fumier. 100 grammes nitrate.	Sans engrais.	290 »	0 020	5 800
5	—	—	250 grammes nitrate, 80 grammes superphosphate.	Sans engrais.	265 40	0 042	11 146
6	Blé épi carré Porion	*Betteraves à sucre* [1]	6 kilos fumier.	12 kilos fumier.	252 50	0 078	19 695
7	—	—	6 kilos fumier. 80 grammes nitrate.	6 kilos fumier. Vesce.	241 »	0 069	16 629
8	—	—	200 grammes nitrate. 80 grammes superphosphate.	6 k. fumier vesce enterrée.	282 »	0 077	21 714
9	Pommes de terre.	*Betteraves porte-graine*	12 kilos fumier.	12 kilos fumier.	249 »	0 053	13 197
10	—	—	12 kilos fumier. 100 grammes nitrate.	6 kilos fumier.	243 50	0 057	13 879
11	—	—	250 grammes nitrate 80 grammes superphosphate.	6 kilos fumier.	249 50	0 091	22 704
12	Jachère	Jachère	12 kilos fumier.	Sans engrais.	327 »	0 088	28 776
13	—	—	12 kilos fumier. 100 grammes nitrate.	Sans engrais.	326 »	0 105	34 230
14	—	—	250 grammes nitrate. 80 grammes superphosphate.	Sans engrais.	299 »	0 137	40 963
15	Maïs fourrage	*Avoine et trèfle.*	12 kilos fumier.	Sans engrais.	281 »	0 035	9 835
16	Trèfle.	*Vigne*	Sans engrais.	Sans engrais.	315 »	0 053	16 695
17	Avoine et trèfle.	*Vigne*	Sans engrais.	Sans engrais.	302 »	0 047	14 194
18	Betteraves porte-graines	*Pommes de terre*	12 kilos fumier.	6 kilos fumier.	304 »	0 057	17 328
19	—	—	12 kilos fumier. 100 grammes nitrate.	6 kilos fumier.	273 »	0 075	20 475
20	—	—	250 grammes nitrate. 80 grammes superphosphate.	6 kilos fumier.	323 50	0 082	26 527

1. Les plantes en *italique* n'étaient pas semées au moment des prises d'échantillons.

nitrique que **1** qui n'a pas été fumé. On sait que si l'ammoniaque du fumier se nitrifie aisément, l'abondance de la matière organique est souvent un obstacle à la nitrification; en général cependant nous avons reconnu dans un mémoire précédent [1], que les terres fumées au fumier abandonnent plus d'azote nitrique que les terres sans engrais et pour une raison que nous ne connaissons pas, la terre de la case **1** a nitrifié pendant l'hiver avec, une énergie moindre que celle qu'elle avait montré pendant l'été, mais encore excessive.

Si nous restreignons la comparaison aux trois cases **12**, **13** et **14** fumées toutes trois, nous voyons que **12** qui a reçu du fumier seulement, laisse couler des eaux plus pauvres, et perd moins d'azote que **13** qui a reçu outre le fumier, du nitrate de soude, et que **14**, dont la fumure comportait 250 grammes de nitrate de soude; la quantité maxima d'azote nitrique et les eaux les plus chargées sont fournies par cette dernière. Nous n'en sommes nullement étonnés, puisque nous savons que les nitrates ne sont pas retenus par la terre arable; il est bien à remarquer cependant que la différence entre l'azote entraîné par **11** et **12**, qui ont reçu les mêmes quantités de fumier, ne représente pas les 16 grammes d'azote qu'a apporté à **12** les 100 grammes de nitrate de soude qu'elle a reçus.

Cases **2**, **3**, **4**, **5**. — La case **2**, ensemencée en ray-grass, reste couverte pendant l'hiver. Cependant les feuilles, peu vigoureuses à cette époque, n'évaporent que de faibles quantités d'eau, et les 293 litres recueillis au-dessous de cette case ne sont que peu inférieurs aux 301 litres de la case **1** restée en jachère.

Les jeunes blés de **3**, **4**, **5**, n'évaporent également que de faibles quantités d'eau, et les eaux de drainage ne sont guère moins abondantes que sur les autres parcelles. En revanche, ces eaux sont très pauvres, la case **2** laisse couler des eaux ne renfermant que 0 gr. 015 d'azote nitrique par litre, les deux cases **3** et **4**, des eaux à 0 gr. 020 par litre, et la teneur ne se relève que pour la case **5**, qui a été fumée au nitrate de soude.

Si on parcourt l'ensemble des chiffres inscrits au tableau **I**, soit dans la colonne : azote par litre, soit dans celle : azote entraîné par les eaux de drainage, on reconnaît immédiatement que les eaux

1. *Annales agronomiques*, t. XVIII, p. 273.

de ces quatre parcelles sont beaucoup plus pauvres que les autres; à quelles causes attribuer ce résultat?

On peut croire d'abord que les betteraves ont utilisé, très complètement, les nitrates formés pendant l'été, et que ces betteraves restant sur le sol jusqu'au milieu d'octobre ont assimilé les nitrates, tant qu'elles sont restées en place, et que c'est à leur influence qu'est due la pauvreté des eaux, et en effet les premières eaux recueillies en décembre sont bien plus pauvres que celles des parcelles en jachère. Il semble toutefois qu'une autre cause intervienne; en effet, partout nous trouvons que les eaux de janvier sont très pauvres, ce qui indique clairement qu'à ce moment les terres ne renferment plus de nitrates d'ancienne formation et que ceux qui apparaîtront au printemps seront récemment formés. Or, tandis que les eaux écoulées le 2 mars de **12**, renferment 6 gr. 384 d'azote nitrique, celles de **13**, 7,750, celles de **14**: 11 gr. 532, la case **2** en prairie ne laisse couler que 2 gr. 040, **3**, **4** et **5** en blé respectivement 2 gr. 156, 2 gr. 208 et 2 gr. 479. Il est vraisemblable que la nitrification a été aussi active dans ces sols que dans les autres et que si les eaux n'entraînent que de faibles quantités de nitrates, c'est que ceux-ci sont retenus.

Il convenait donc de procéder à leur recherche. Rien n'est plus facile que de constater la présence des nitrates dans les plantes pendant l'hiver.

Si on arrache avec précaution quelques-unes des plantes qui végètent à cette époque de l'année, notamment des graminées de prairie ou du blé, qu'on lave les racines pour les débarrasser de la terre qui y reste adhérente, puis qu'on sèche à l'étuve on constate soit à l'aide du sulfate de diphénalamine, soit à l'aide du chlorhydrate de cinchonamine que les nitrates sont très abondants.

Mouillées avec quelques gouttes de sulfate de diphénalamine, les racines sèches prennent immédiatement la coloration bleu foncé caractéristique des nitrates; si on mouille une racine avec le chlorhydrate de cinchonamine, et qu'on examine au microscope, on voit bientôt la jeune racine tout hérissée de cristaux de nitrate de cinchonamine qui ne tardent pas à se répandre dans le liquide.

Ces premiers essais qualitatifs montraient une si grande abondance de nitrates, qu'on n'hésita pas à tenter le dosage; on épuise les organes desséchés par l'eau bouillante, on rapproche les eaux

de lavage, puis on les introduit dans l'appareil à acide chlorhydrique et à chlorure de fer ; on a trouvé au mois de décembre 1893.

		POUR 100 DE MATIÈRE SÈCHE	
		Azote nitrique.	Azotate de potasse.
		gr. c.	gr. c.
Graminées (Muséum)	Racines	0 062	0 446
	Tiges	0 113	0 824
Graminées (Grignon)	Racines	0 375	2 690
	Tiges	0 039	0 340
Blé (champ d'exercice de Grignon).	Racines	0 463	3 333
Blé (berge du champ d'expériences de Grignon)	Racines	1 041	7 495
	Tiges	0 187	1 346

Si grandes que soient ces quantités, elles sont encore très inférieures à celles qu'ont cité MM. Berthelot et André dans les nombreux mémoires qu'ils ont consacrés à la recherche des nitrates dans les végétaux[1].

Ainsi d'une part, nous trouvons que les eaux de drainage d'hiver écoulées des terres qui portent des végétaux, sont beaucoup moins chargées que celles des terres nues, nous trouvons de plus que les racines sont capables de retenir les nitrates et de les conserver même après une immersion de vingt-quatre heures dans l'eau froide, et il devient probable que ces deux faits sont liés l'un à l'autre et que c'est à la propriété que possèdent les racines de retenir les nitrates qu'est due la pauvreté des eaux d'hiver.

Il sera intéressant de poursuivre ces études à diverses époques de l'année, et de voir si les nitrates ainsi emmagasinés pendant l'hiver, forment une réserve que la plante utilise à mesure de ses besoins.

Cases **6**, **7** et **8**. — Les cases **6**, **7** et **8** ont porté du blé en 1892; aussitôt après la moisson, on a semé de la vesce sur **7** et **8**, tandis que **6** n'a pas été ensemencé. Nous avons vu que cette culture dérobée avait amoindri les pertes d'azote nitrique de l'automne, elles ont été de 6 gr. 8 sur **7**, de 7 gr. 1 sur **8**, tandis qu'elles s'élevaient à 21 gr. 852 sur **6** ; cette diminution est due à deux causes différentes : d'une part, l'appauvrissement des eaux de drainage, de l'autre, leur moindre volume. La vesce agit, non

1. *Annales de Chimie et de Phys.*, 6e série, t. VIII.

seulement comme appareil d'évaporation ce qui explique comment une partie de l'eau tombée ne gagne pas les drains, mais en outre, ses racines s'emparent des nitrates comme celles des graminées ou même de la luzerne; dont les radicelles se colorent fortement par le sulfate de diphénylamine.

Les cultures dérobées d'automne sont donc très précieuses pour retenir les nitrates pendant l'arrière-saison; nous avons vu dans un mémoire précédent[1], que lorsqu'elles sont enfouies pour servir d'engrais vert, elles doivent être enterrées à l'automne et c'est précisément ce que nous avions fait en 1892. Au moment où commencent les observations d'hiver, les trois cases sont donc nues, et nous reconnaissons en examinant le tableau I, que les eaux s'écoulent, des terres qui ont reçu l'engrais vert comme de celles qui en ont été privé; les trois nombres qui indiquent le volume des eaux de drainage recueillies sont à peu près égaux.

L'enfouissement de la vesce en novembre, n'a pas exercé sur la teneur des eaux en azote nitrique ou sur la quantité totale entraînée, d'influence sensible. Quand on examine, même le détail des dosages dont le tableau n° **I** donne le résumé, on reconnaît que les matières azotées de la vesce, n'ont pas encore commencé à nitrifier au commencement de mars. Si, en effet, **8** qui a porté la culture dérobée, laisse à ce moment couler de l'eau, renfermant 0 gr. 089 d'azote par litre et subit une perte de 5 gr. 429, bien supérieure à celle de **6**, qui le 2 mars, laisse couler de l'eau ne renfermant que 0 gr. 057 et perd seulement 3 gr. 363 si, par suite, on est tenté d'abord d'attribuer ces différences à la vesce enfouie dans **7**, on est bientôt obligé d'abandonner cette idée, car la perte de **8** qui a reçu de la vesce comme **7** est inférieur à celle de **6** qui en a été privé; en effet, l'eau de **8** accuse le 2 mars, 0 gr. 044 d'azote nitrique par litre et la quantité entraînée est seulement de 2 gr. 648.

Nous avons vu, au reste, dans un mémoire précédent que c'est seulement six mois environ, après son enfouissement, que l'azote des engrais verts, apparaît sous forme de nitrates[2].

La quantité totale d'azote entraînée est plus forte pour **8**, fumé au nitrate de soude, que pour **6** et **7** qui ont reçu du fumier; les différences sont cependant moins fortes que celles que nous allons

1. T. XIX, p. 303.
2. T. XIX, p. 305.

constater pour les autres cases soumises à ces fumures différentes.

Cases **9**, **10** et **11**. — Ces cases ont porté des pommes de terre, qui ont été arrachées au commencement d'octobre. Les différences dues au mode de fumure sont ici très sensibles : les eaux de **9** et de **10**, provenant de terres qui ont reçu du fumier de ferme, additionné sur **10** d'une faible quantité de nitrate de soude, sont moins chargées que celles de **11**, dont la fumure azotée a été exclusivement formée de nitrate de soude. L'excès d'azote nitrique des eaux de **11** n'est pas dû seulement à l'entraînement des résidus de la fumure. En effet, quand on examine le détail des observations, on voit que partout en janvier, en février, les eaux sont très pauvres, elles renferment 0 gr. 053 à 0 gr. 024 d'azote nitrique par litre, mais tandis que sur **9** et **10** la teneur reste à peu près la même, le 2 mars, elle s'élève pour **11** à 0 gr. 166 ; tandis qu'à cette époque **9** perd 2 gr. 907 ; **10**, 3 gr. 844 ; **11** en perd 10 gr. 458.

Ces nitrates de mars paraissent être de nouvelle formation, en effet, les eaux qui ont traversé le sol pendant tout l'hiver, ont dû entraîner les résidus de la fumure soluble, données aux pommes de terre; les sels ammoniacaux du fumier se sont également nitrifiés, nous avons vu dans un mémoire précédent qu'en général, cette action est assez rapide[1] et il nous reste à concevoir pourquoi **11** sans fumier donne plus de nitrate que **9** et **10** qui en ont reçu. Tant de causes différentes influent sur la nitrification, qu'il est difficile de savoir quelle est celle qui, à un moment donné, prédomine ; en se rappelant cependant, combien un excès de matière organique entrave la nitrification, en se rappelant que les terres de prairie ou de forêt sont en général privées de nitrates, on peut croire que le fumier distribué à **9** et **10** a exercé une influence retardatrice, et que ce sera seulement un peu plus tard, quand la matière organique azotée du fumier aura été la proie des ferments ammoniacaux, que l'azote du fumier apparaîtra sous forme de nitrate.

Cases **15**, **16** et **17**. — La case **15** a porté une très bonne récolte de maïs fourrage, aussi bonne que celles qu'on obtient en pleine terre d'où il faut conclure que la profondeur des cases (1 mètre) est suffisante, pour que les racines du maïs s'y développent à

1. T. XVIII, p. 273.

l'aise, tandis qu'il n'en est pas de même de celles du blé, ainsi que nous l'avons indiqué dans un mémoire précédent (tome XIX, p. 561). L'énorme développement foliacé du maïs en fait un puissant appareil d'évaporation; et bien qu'il ait été coupé le 17 septembre, la terre qui l'a porté est profondément desséchée; tandis qu'en octobre et novembre 1892, la parcelle voisine **12**, qui a reçu du fumier comme **15**, mais est restée en jachère, laisse couler 307 litres d'eau, **15** pendant ce temps en donne 23 litres, c'est seulement au mois de décembre que l'écoulement de **15** est aussi copieux que celui des cases en jachère. Le maïs est en outre, grand consommateur de nitrates, il en accumule souvent des quantités notables dans sa tige [1], aussi les eaux qui s'écoulent de la case **15** sont-elles pauvres; elles viennent immédiatement comme teneur au-dessus de celles qu'ont laissé couler les terres ensemencées.

Les cases **16** et **17**, sont marquées comme ayant porté du trèfle, en réalité, ce trèfle a mal levé, il est resté chétif, on l'a détruit à l'automne; les eaux de **16** sont un peu plus chargées que celles de **17**; on le comprendra aisément, en se rappelant que l'avoine assimile les nitrates bien plus énergiquement que le trèfle.

Cases **18**, **19** et **20**. — Les trois cases **18**, **19** et **20** ont été plantées en betteraves porte-graines, les récoltes ont été enlevées dès le mois d'août, et les eaux d'hiver ont traversé des terres nues; leur teneur en azote nitrique est lié à la nature de la fumure, **18** qui avait reçu du fumier seulement est plus pauvre que **19**, qui a eu du fumier et une faible dose de nitrates, et **19** plus pauvre que **20**, auquel on n'avait donné que des nitrates. Les dosages de décembre accusent des chiffres beaucoup plus élevés pour les eaux de **20** que pour celles des deux autres cases et, il semble que ces eaux entraînent les résidus non utilisés des fumures. On n'observe pas au 2 mars, le réveil de la nitrification aussi actif que dans quelques-unes des autres cases.

§. III. — *Azote entraîné d'un hectare par les eaux de drainage d'hiver.*

Dans le tableau n° II, la première colonne de chiffres renferme les eaux écoulées calculées en millimètres de hauteur, dans la se-

1. *Annales agronomiques*, t. VII, p. 81.

Tableau II. — Eau de drainage et azote nitrique des cases de végétation calculés pour la surface d'un hectare.

Eau tombée sur la surface d'un hectare en millimètres : 143 millimètres.

NUMÉROS des cases.	NATURE DE LA CULTURE En 1892.	NATURE DE LA CULTURE En 1893.	FUMURE DISTRIBUÉE En 1892.	FUMURE DISTRIBUÉE En 1893.	EAU de drainage en millimètres.	AZOTE par mètre cube.	AZOTE perdu à l'hectare.
1	Sans culture	Sans culture.	Sans engrais.	Sans engrais.	76 25	106·0	80 825
2	Prairie.	Prairie.	Sans engrais.	Sans engrais.	73 25	15 0	10 987
3	Betteraves à sucre	Blé épi carré Schireff. . . .	30,000 kilos fumier.	Sans engrais.	75 25	20 0	15 050
4	—	—	30,000 kilos fumier. 250 kilos nitrate.	Sans engrais.	72 50	20 0	14 500
5	—	— . . .	625 kilos nitrate. 200 kilos superphosphate.	Sans engrais.	66 35	42 0	27 867
6	Blé épi carré Porion	*Betteraves à sucre*[1]	15,000 kilos fumier.	30,000 kilos fumier.	63 125	78 0	49 237
7	—	—	15,000 kilos fumier. 200 kilos nitrate.	15,000 kilos fumier vesce.	60 25	69 0	41 572
8	—	—	200 kilos nitrate. 200 kilos superphosphate,	15,000 k. fum. vesce enter.	70 50	77 0	54 285
9	Pommes de terre.	*Betteraves porte-graines* . .	30,000 kilos fumier.	30 000 kilos fumier.	62 25	53 0	32 992
10	—	— . . .	30,000 kilos fumier. 250 kilos nitrate.	15,000 kilos fumier.	60 875	57 0	34 699
11	—	— . . .	625 kilos nitrate. 200 kilos superphosphate.	15,000 kilos fumier.	62 375	91 0	56 761
12	Sans culture	Sans culture.	30,000 kilos fumier.	Sans engrais.	81 75	88 0	71 940
13	—	—	30,000 kilos fumier. 250 kilos nitrate.	Sans engrais.	81 50	105 0	85 575
14	—	—	625 kilos nitrate. 200 kilos superphosphate.	Sans engrais.	74 75	137 0	102 407
15	Maïs fourrage	*Avoine et trèfle*.	30,000 kilos fumier.	Sans engrais.	70 25	35 0	24 587
16	Trèfle.	*Vigne*.	Sans engrais.	Sans engrais.	78 75	53 0	41 737
17	Trèfle et avoine	*Vigne*.	Sans engrais.	Sans engrais.	75 50	47 0	35 485
18	Betteraves porte-graines . .	*Pommes de terre*.	30,000 kilos fumier.	15,000 kilos fumier.	76 00	57 0	43 320
19	— . . .	—	30,000 kilos fumier. 250 kilos nitrate.	15,000 kilos fumier.	68 25	75 0	51 187
20	— . . .	—	625 kilos nitrate. 200 kilos superphosphate.	15,000 kilos fumier.	80 875	82 0	66 317

1. Les plantes en *italique* n'étaient pas semées au moment des prises d'échantillons.

conde se trouve l'azote nitrique contenu dans un mètre cube, en multipliant ces deux nombres l'un par l'autre on obtient la quantité d'azote entraîné par l'hectare, en se rappelant qu'un millimètre d'eau étendu sur les 10,000 mètres carrés d'un hectare correspond à un volume de 10 mètres cubes.

En parcourant la troisième colonne du tableau, qui indique les pertes subies à l'hectare, on est tout d'abord frappé de leur importance. Les quantités d'azote nitrique entraînées des terres des cases sont en effet considérables et sans doute très supérieures à celles que subit un sol en place. Nous avons insisté dans un mémoire précédent : *Le travail du sol et la nitrification* [1] sur l'activité prodigieuse qu'acquiert la nitrification dans les terres triturées et les nombres obtenus cette année nous fournissent un nouvel exemple de ces nitrifications exagérées que nous avons déjà signalées. Il n'est pas douteux que les terres des cases extraites au moment de la construction, exposées à l'air pendant plusieurs mois, remuées encore au moment du remplissage n'aient été soumises à une trituration infiniment plus complète que celle que peut donner par un labour même aussi parfait qu'on voudra l'imaginer. Les nombres inscrits au tableau II ne représentent donc pas ce qui arrive dans une terre en place; ils démontrent une fois de plus avec quelle énergie nitrifient les terres remuées, ils permettent en outre d'établir des comparaisons très instructives.

Les terres en jachère perdent des quantités d'azote nitrique énormes comprises entre 71 kil. 9 et 102 kil. 4. En revanche, il est curieux de constater que malgré l'intensité de la nitrification dans les autres sols, la prairie ne perd que 10 kil. 9 à l'hectare. Nous avons vu plus haut que les racines des graminées se chargent d'une quantité notable de nitrates, ce qui explique très bien la pauvreté des eaux qui s'écoulent des prairies et d'autre part la richesse en azote que présentent les sols des prairies permanentes. Truchot a donné dans ce recueil l'analyse des herbages des montagnes d'Auvergne, il y a trouvé jusqu'à 9 grammes d'azote combiné par kilogramme [2]; MM. Dumont et Crochetel ont analysé récemment, à mon laboratoire de Grignon, une terre d'une prairie séculaire située à Avilly, près Senlis (Oise), ils y ont trouvé

1. T. XIX, p. 401.
2. T. I, p. 505.

10 grammes d'azote combiné par kilogramme. Pour que l'azote s'accumule ainsi, il faut non seulement que les microorganismes dont les fonctions ont été dévoilées par M. Berthelot entrent en jeu, mais il faut en outre que les causes de déperdition soient très faibles ; elles le sont, en effet, puisque d'une part les terres très chargées de matières organiques des prairies nitrifient mal, puis qu'en outre le peu de nitrates formé est retenu par les racines pendant l'hiver pour être élaboré pendant la bonne saison et amené à l'état d'albuminoïdes.

Il en est de même, quoique à un moindre degré, des sols ensemencés en blé d'hiver ; les pertes par drainage sont faibles, sauf pour la case **5**, qui avait été fumée avec une dose considérable de nitrate au printemps de 1892.

Nous avons indiqué dans les pages précédentes que les trois cases **6**, **7** et **8**, qui ont porté du blé en 1892, n'avaient pas été traitées de la même façon au point de vue des cultures dérobées, tandis que **7** et **8** ont été ensemencées en vesce, immédiatement après la moisson, **6** n'a rien reçu. La vesce a empêché la déperdition des nitrates en automne, les eaux de novembre de **6** sont bien plus chargées que celles de **7** et de **8** et à la première prise, il y a encore quelques différences, les eaux analysées le 8 décembre accusent pour **6** une perte de 21 kil.4 à l'hectare contre 15 et 14 kil.7 pour **7** et **8**, mais dès les prises suivantes les chiffres s'équilibrent, les pertes sont en somme plus faibles pour **7** que pour **6** bien que la fumure de **7** ait été plus forte, et c'est là un point sur lequel il convient d'insister encore une fois, bien que nous l'ayons déjà développé dans le mémoire consacré aux cultures dérobées d'automne[1].

On pouvait craindre en cultivant une légumineuse qui, comme toutes les plantes de sa famille, sait se passer des engrais azotés, que son action fût seulement de retarder l'écoulement des eaux, en évaporant la plus grande partie des eaux tombées, mais que les nitrates restant dans le sol fussent entraînés par les pluies d'hiver, les pertes auraient été ainsi, retardées mais non évitées. On voit qu'il n'en est pas ainsi, et puisque les eaux de **6** sont plus chargées que celles de **7**, c'est visiblement parce que les nitrates qui ont pris naissance sur **7** ont été utilisés.

1. T. XIX.



L'ensemble des nombres constatés sur ces trois parcelles est cependant élevé, je crois qu'il en faut trouver la raison dans la médiocrité des récoltes de blé, qui à cause du peu de profondeur des cases a mal réussi en 1892, comme en 1893. Nous avons vu en outre dans les pages précédentes que l'excès des nitrates constatés sur **8** est dû à un réveil rapide de la nitrification le 2 mars.

Les trois récoltes de pommes de terre de **9**, **10** et **11** ont été bonnes, aussi les eaux écoulées de ces trois cases sont-elles peu chargées ; sauf celles de la case **11** fumée au nitrate de soude.

La parcelle **15** en maïs fourrage qui a porté une excellente récolte laisse couler des eaux peu chargées de nitrates, ne subit que de faibles pertes ; elles sont plus fortes pour les deux parcelles **16** et **17** dont les récoltes ont été faibles ; enfin nous trouvons que les trois cases **18**, **19** et **20** ont subi au contraire des pertes notables, indiquant que les betteraves porte-graines sont médiocrement avides de nitrates.

§ IV. — *Partage de l'azote du sol et des fumures entre les récoltes et les eaux de drainage pendant l'année, mars 1892-mars 1893.*

En combinant les résultats constatés pendant l'été à ceux que nous ont fournis les observations d'hiver, nous pouvons dresser le tableau III, qui nous donne le mouvement de l'azote pendant l'année (mars 1892-mars 1893). Dans ce tableau, nous avons inscrit d'abord les cultures installées dans les cases en 1892 ; celles qui ont suivi, sont indiquées dans la seconde colonne, quand ces cultures ont occupé le sol pendant l'hiver 1892-1893. Nous n'avons pas cru devoir reproduire les cultures de l'été 1893 qui se trouvent dans les tableaux I et II ; elles n'ont aucune influence sur les résultats que nous discutons en ce moment.

Le poids des récoltes de 1892, la quantité d'azote contenue dans les plantes enlevées, sont inscrites dans les colonnes suivantes ; nous n'avons compté pour les betteraves et les pommes de terre que l'azote des racines ou des tubercules, car les feuilles et les fanes sont enfouies dans le sol qui les a produites et par suite l'azote qu'elles renferment ne sort pas du domaine.

La nature et le poids des engrais distribués en 1892, la quantité d'azote introduite avec ces engrais est encore inscrite au tableau III.

Dans les colonnes suivantes, nous avons transcrit les quantités d'azote nitrique entraînées par les eaux de drainage d'été et d'hiver, puis leur somme. En additionnant l'azote des eaux de drainage et celui des récoltes enlevées, on a l'ensemble de l'azote disparu; s'il est supérieur à celui des engrais nous inscrivons la différence avec le signe — dans la dernière colonne. Si, au contraire, l'azote de l'engrais surpasse les pertes dues aux eaux de drainage et les prélèvements des récoltes, la différence porte le signe +; la terre au lieu de s'appauvrir s'est enrichie. Les données réunies dans ce tableau n'indiquent que le mouvement visible de l'azote pendant cette première année, et nous ne pouvons encore tenir compte des fixations d'azote par voie microbienne qui se produisent dans les sols en prairie ou dans ceux qui portent des légumineuses en culture dérobée. Ce sera seulement après plusieurs années que l'analyse du sol pourra indiquer quelques changements dans sa composition et nous montrer comment, sous l'influence des cultures, le sol s'est enrichi ou appauvri

Nous avons insisté déjà dans les pages précédentes sur l'élévation des nombres qui représentent les nitrates entraînés par les eaux de drainage; la moyenne des nitrates formés pendant les trois années précédentes à Grignon[1] est de 126 kil. 6; or les cases sans fumure en donnent 221 kilos, c'est-à-dire presque le double. Nous avons dit que très certainement ces nombres sont dus à la trituration très complète qu'ont subie les terres pendant les travaux de déblai nécessaires à la construction des cases, et pendant leur remplissage; ces nombres sont donc très intéressants pour montrer une fois de plus combien est puissante la nitrification dans une terre bien travaillée, mais ils valent bien plus par les comparaisons qu'ils permettent d'établir que par les indications qu'ils fournissent sur les pertes que subissent les sols en places.

Si nous examinons d'abord les quatre cases qui n'ont pas porté de récoltes, qui sont restées en jachère, nous trouvons que les pertes par le drainage sont énormes; la terre nue sans engrais de la case I aurait perdu à l'hectare 221 kil. 4 d'azote nitrique, c'est-à-dire ce qui existe dans 1,283 kilos de nitrate de soude; si on compte cet engrais à 22 francs les 100 kilos, on aurait donc perdu 283 fr. 36. On remarquera que les pertes d'été surpassent celles

1. T. XVIII, p. 293.

Tableau III. — Répartition de l'azote du sol et des engrais entre les

Eau tombée de mars 1892

NUMÉROS des parcelles.	NATURE DES RÉCOLTES 1892.	1893.	POIDS de la récolte de 1892.	AZOTE des récoltes.
1	Jachère	Jachère	»	»
2	Prairie (ray-grass).	Prairie (ray-grass) . .	Foin, 6,000 kilos.	77k5
3	Betteraves à sucre	Blé Shireff.	Racines, 38,250 kilos.	61 2
4	—	—	Racines, 38,250 kilos.	61 2[1]
5	—	—	Racines, 38,250 kilos.	61 2
6	Blé Porion.	—	Grain, 15 q. m. 75. Paille, 37 q. m. 50.	51 0
7	Blé Porion. Vesce enterrée.	—	Grain, 17 q. m. Paille, 40 q. m.	54.9
8	— — .	—	Grain, 19 q. m. 25. Paille, 37 q. m. 50.	58 4
9	Pommes de terre	—	Tubercules, 37,500 kilos.	120 0
10	—	—	Tubercules, 36,500 kilos.	116 8
11	—	—	Tubercules, 36,250 kilos.	116 0
12	Jachère	Jachère	—	»
13	—	—	—	»
14	—	—	—	»
15	Maïs fourrage	—	En vert, 77,500 kilos.	190 »
16	Trèfle	—	Foin, 2,750 kilos.	54 9
17	Trèfle et avoine	—	Grain, 24 q. m. Paille, 27 q. m. 5.	56 0
18	Betteraves porte-graines . .	—	Graines, 2,134 kilos.	32 0
19	— — . .	—	Graines, 2,513 kilos.	38 6
20	— — . .	—	Graines, 3,214 kilos.	49 1

1. On n'a pas tenu compte de l'azote des feuilles qui ont été enfouies dans le sol.

récoltes et les eaux de drainage, rapportée à l'hectare. Mars 1892 - mars 1893.

à mars 1893 585 millim. 9.

FUMURE DISTRIBUÉE en 1892.	AZOTE des engrais.	AZOTE DES EAUX de drainage. d'été.	d'hiver.	total.	AZOTE total disparu.	AZOTE perdu (—) gagné (+)
	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.
»	»	140 6	81 2	221 8	221 4	— 221 4
»	»	19 2	10 9	30 1	107 6	— 107 6
30,000 kilos fumier.	150 »	4 4	15 0	19 4	80 6	+ 69 4
30,000 kilos fumier. 250 kilos nitrate.	187 5	3 1	14 5	17 6	78 8	+ 108 7
625 kilos nitrate. 200 kilos superphosphate.	93 75	13 »	27 8	40 8	102 0	— 8 52
15,000 kilos fumier.	75 »	54 »	49 2	103 2	154 2	— 79 2
15,000 kilos fumier. 200 kilos nitrate.	105 »	17 »	41 5	58 5	113 4	— 8 4
500 kilos nitrate. 200 kilos superphosphate.	75 »	17 9	54 3	72 2	130 6	— 55 6
30,000 kilos fumier.	150 »	18 2	32 9	51 1	171 1	— 21 1
30,000 kilos fumier. 250 kilos nitrate.	187 5	16 6	34 6	51 2	167 2	+ 20 3
625 kilos nitrate. 200 kilos superphosphate.	93 75	19 7	56 7	76 4	192 4	— 98 7
30,000 kilos fumier.	150 »	121 2	71 9	193 1	193 1	— 43 1
30,000 kilos fumier. 200 kilos nitrate.	187 5	156 5	85 6	242 1	242 1	— 54 6
625 kilos nitrate. 200 kilos superphosphate.	93 75	144 8	102 4	245 2	245 2	— 151 5
30,000 kilos fumier.	150 »	14 5	24 6	39 1	229 1	— 79 1
Sans engrais.	»	25 4	41 7	67 1	112 0	— 112 0
Sans engrais.	»	31 1	35 5	66 6	122 6	— 122 6
30,000 kilos fumier.	150 »	44 8	43 3	88 1	120 1	+ 29 9
30,000 kilos fumier. 200 kilos nitrate.	187 5	46 9	51 2	98 1	136 7	+ 50 8
625 kilos nitrate. 200 kilos superphosphate.	98 75	53 3	66 3	119 6	168 7	— 75 »

de l'hiver; l'eau de drainage a cependant été bien plus abondante dans un cas que dans l'autre, mais, l'élévation de température de l'été a exercé une influence décisive sur la production des nitrates.

Contrairement à ce qu'on aurait pu penser, la case 12, qui a reçu du fumier de ferme, a moins perdu que la case 1 dans laquelle la nitrification s'est établie avec une extrême énergie. Nous remarquons encore ici que les pertes par le drainage d'été sont supérieures à celles d'hiver, quand la terre a reçu à la fois du fumier et du nitrate de soude, et qu'il en est de même bien qu'à un moindre degré pour 14, dont la fumure ne comportait que du nitrate de soude.

Il est très important de constater que bien que ces trois cases aient reçu de très copieuses fumures et qu'elles n'aient porté aucune récolte, elles se trouvent, par le seul fait de la nitrification, plus pauvres à la fin de l'année qu'elles ne l'étaient à l'origine. Nous avons trop insisté dans ce mémoire sur l'exagération de la nitrification pendant cette première année d'observation, pour qu'il soit nécessaire d'y revenir encore, mais le sens du phénomène est trop nettement indiqué pour qu'il ne mérite pas une sérieuse attention. Avant qu'on eût des notions précises sur l'importance des pertes qu'occasionne l'entraînement des nitrates dans les eaux souterraines, on pouvait discuter sur l'enrichissement d'un sol laissé en jachère, par les apports d'ammoniaque contenu dans l'eau de la pluie. Nous savons aujourd'hui que ces 6 ou 8 kilos d'azote combiné que reçoit un hectare, disparaissent devant l'énormité de l'azote entraîné; il nous est encore impossible de chiffrer les gains d'azote dus aux actions microbiennes, mais s'ils suffisent à enrichir une prairie permanente dans laquelle la nitrification est faible et les pertes nulles, parce que l'évaporation rejette dans l'atmosphère, une partie importante de l'eau tombée et parce que les nitrates fournis sont immédiatement utilisés pendant la bonne saison ou emmagasinés pendant l'hiver, nous ne pensons pas que jamais les gains d'une terre laissée en jachère puissent compenser les pertes qu'occasionne le lavage par les eaux pluviales qui traversent le sol; tandis que la case 3 en betteraves et en blé, laissait couler $86^{mm},7$, la case 2 en prairie, 101 millimètres, la jachère en laissait passer 165, et les différences sont surtout énormes en été, au moment où les nitrates sont le plus abondants. La jachère appauvrit certainement le sol. Comment

s'est-elle maintenue si longtemps? c'est que nos pères ne cultivaient que des céréales, qu'il n'est pas de culture plus facilement envahie par les mauvaises herbes, et qu'il n'est pas enfin de culture sur laquelle elles exercent une influence plus funeste; ils étaient donc obligés de laisser le sol sans l'ensemencer de temps à autre, pour le débarrasser de ces plantes adventices. Mais aujourd'hui que nous pouvons exécuter ce travail pendant que nous cultivons les betteraves et les pommes de terre, cette pratique est destinée à disparaître complètement.

En comparant les pertes d'azote des trois cases **12**, **13** et **14**, on voit aisément que la case qui a reçu moins d'azote que **12** et **13**, mais qui l'a reçu sous forme de nitrates, a perdu beaucoup plus que ses voisines, qui ont eu une partie de leur fumure azotée sous forme de fumier.

L'examen des nombres de la case **2** est curieux, aux 30 kilos entraînés par les eaux de drainage se joignent les 77 kil. 5 de la récolte, de telle façon que l'hectare a perdu plus de 100 kilos d'azote. Il sera bien intéressant dans quelques années de voir si ces prélèvements qui n'ont rien d'exagéré, puisque la perte par les eaux de drainage est faible et que la récolte de foin n'est que passable, sera balancée par les gains d'azote dus aux actions microbiennes; l'analyse du sol et du sous-sol de la prairie nous donnera dans quelques années des renseignements du plus haut intérêt.

Contrairement à l'opinion générale, l'assolement betteraves-blé est bien loin d'être aussi épuisant qu'on l'imagine d'ordinaire. **3** qui a reçu du fumier et **4** du fumier et du nitrate de soude restent après la récolte plus riches qu'à l'origine, l'excès d'azote qui persiste sur **3** est de 69 kilos, celui de **4** est de 108 kil. 7 et c'est seulement à cause de son mode de fumure que **5** est en déficit de 8 kil. 25. La cause de ces résultats avantageux est facile à saisir; la terre sur ces trois parcelles a été couverte pendant tout le temps des observations; aux betteraves arrachées en octobre a succédé immédiatement le semis du blé dont les racines ont retenu les nitrates d'hiver; nous avons là une démonstration éclatante de ce fait d'une haute importance; les *terres nues sont soumises à des déperditions qu'évitent* les terres emblavées.

Pendant la première année de l'assolement betteraves-blé, les terres bien fumées conservent donc une partie importante de leur

fumure et on conçoit très bien que nombre de bons cultivateurs ne donnent aucune fumure au blé, les résidus de la fumure distribuée aux betteraves sont suffisants; les déperditions n'ont lieu que pendant l'année suivante ; nous pouvons les apprécier à l'aide des cases **6**, **7** et **8**. Quand après la moisson on sème de la vesce, ainsi que cela a été fait sur **7** et **8**, les pertes d'azote nitrique à l'automne sont faibles et sans doute nulles quand la récolte de blé est bonne; on sait que celle des cases a été au contraire très médiocre, sans doute à cause de l'épaisseur insuffisante de la couche de terre dans laquelle s'enfoncent les racines, mais à partir de novembre la terre est nue jusqu'en avril et alors les nitrates sont entraînés. Quand on n'a pas semé de vesce, la perte est de 55 kilos; et si on supposait que les résultats de **3** et de **6**, au lieu d'être simultanés, s'échelonnent sur deux années, on trouverait: gain pour **3**, pendant la première année 69 kil. 4; perte pour **6** : 79 kil. 0 pendant la seconde année, d'où pour l'ensemble une perte de 9 kil. 6. — Ainsi l'assolement : betteraves-blé, sans culture dérobée aurait appauvri le sol. Mais il en est tout autrement, pour les parcelles **4** et **7**, le gain pendant la première année est de 108 kil. 7, la perte pendant la seconde année est de 8 kil. 4 seulement, il reste donc dans le sol 100 kil. 3 d'azote, et ce gain est d'autant plus intéressant à constater que la nitrification a été excssive et beaucoup plus forte qu'elle ne se produit dans une terre en place.

Si au lieu de distribuer une fumure mixte, fumier nitrate, on se borne au nitrate, les pertes surpassent les gains; en effet, pendant la première année, la parcelle **5** perd 8 kil. 25 et pendant la seconde **8**, perd 55 kil. 5, dans ce cas les pertes s'ajoutent mais ce mode de fumure exclusivement composé de nitrate de soude est rare ; on voit qu'elle laisse le sol un peu plus pauvre qu'elle ne l'a pris.

Contrairement à ce qu'on croit généralement, quand on se borne à étudier les plantes obtenues et qu'on néglige les pertes qu'occasionne le drainage, je trouve que pendant cette première année la culture des pommes de terre est plus épuisante que celle des betteraves; nous avons obtenu pendant l'année 1892 des poids de tubercules à peu près égaux à ceux des racines, et comme les tubercules sont plus riches en matières azotées que les racines, on voit à la colonne : azote des récoltes que les quantités enlevées

par les pommes de terre sont plus grandes que celles que prennent les betteraves, en outre les pertes par le drainage sont beaucoup plus fortes ; c'est qu'en effet, dès le mois de septembre, les fanes de pommes de terre se flétrissent, l'évaporation cesse, les quantités d'eau qui traversent le sol, bien plus fortes (78 millimètres contre 29) et les eaux beaucoup plus chargées, sans doute parce que les radicelles des pommes de terre, mortes à cette époque, n'ont plus la propriété de retenir les nitrates ; si la parcelle **10** accuse un léger gain, les deux autres sont au contraire en perte.

Si le maïs fourrage de **15** ne laisse perdre que de petites quantités d'azote nitrique, le prélèvement de la récolte très forte que l'on a obtenu est si élevé que la terre se trouve appauvrie. Je n'insisterai pas sur les deux parcelles **16** et **17** dont les récoltes ont été mauvaises, les pertes subies sont dues certainement au faible développement de la plante, elles sont trop exceptionnelles pour qu'il y ait lieu de s'y arrêter.

Quant à la culture des betteraves porte-graines, il y a quelques observations à faire pour expliquer les gains inscrits à la dernière colonne pour **18** et **19** ; on n'a compté comme prélèvement des récoltes que l'azote des graines et les graines sont, en effet, les seuls organes qui sortent du domaine. Mais bien que les débris des tiges et des racines ne soient pas exportés, ils sont tellement durs et ligneux qu'on ne peut penser à les introduire dans le sol, et en réalité l'azote qu'ils renferment est perdu ; malheureusement, je n'ai pas déterminé la composition de ces débris, je les crois assez pauvres, mais comme leur poids est considérable, il est vraisemblable que si on tenait compte de l'azote qu'ils entraînent, le gain indiqué pourrait bien se transformer en une perte. Les pertes par drainage sont, en effet, considérables, et naturellement plus fortes quand on a distribué du nitrate de soude que lorsqu'on a employé du fumier.

Résumé et conclusions.

Ainsi qu'il a été dit plusieurs fois au courant de ce mémoire, les pertes d'azote nitrique dévoilées par les dosages de cette première année d'observations : mars 1892-mars 1893, sont exagérées ; leur exagération est due à l'aération et à la trituration très com-

plète qu'ont subies les terres au moment de la construction et du remplissage des cases ; par suite les nombres précédents n'ont qu'une valeur relative. Si on les compare entre eux, on reconnaît :

1° Que les pertes par drainage sont au maximum dans les terres en jachère ; non seulement les eaux qui s'écoulent de ces terres sont plus abondantes, mais aussi plus chargées que celles qui proviennent des terres emblavées.

2° Les pertes sont réduites au minimum dans les terres couvertes de végétaux ; en effet, les eaux qui arrivent aux drains pendant l'été sont très peu abondantes ; souvent même, quand la pluie n'arrive pas par violentes ondées, les drains ne coulent pas, toute l'eau tombée est rejeté dans l'atmosphère par la transpiration végétale ; pendant l'hiver, il est vrai, les eaux traversent les terres de prairie ou les terres couvertes de blé d'hiver, mais les racines ayant la propriété de retenir les nitrates, les pertes sont réduites au minimum.

Les observations précédentes conduisent à plusieurs conséquences intéressantes.

a. — L'enrichissement en azote des prairies permanentes est dû non seulement à la fixation de cet azote par action microbienne, mais en outre aux faibles pertes par entraînement dans les eaux souterraines ; en effet, la nitrification est peu active dans un sol non remué, et la terre est toujours garnie de racines nouvelles qui absorbent les nitrates à mesure de leur formation.

b. — L'assolement qui maintient la terre couverte le plus longtemps est celui qui permet d'éviter les pertes le plus complètement ; ainsi quand le blé succède aux betteraves, la terre reste garnie du mois d'avril au mois d'août de l'année suivante et pendant ce long espace de temps, les pertes sont très faibles, elles deviennent considérables au contraire dans les huit mois qui séparent la moisson du semis des betteraves, mais elles sont diminuées dans une forte proportion, quand aussitôt après la moisson, on installe une culture dérobée.

c. — Les pommes de terre ou les betteraves porte-graines qui, dès le mois de septembre, sont mûres ou languissantes, laissent couler dans les eaux souterraines plus de nitrates que les betteraves.

NOTICE NÉCROLOGIQUE

JOSEPH BŒHM

PAR

M. J. VESQUE

La science, comme toute autre branche de l'activité humaine, a ses travailleurs irréguliers, ses pionniers. Impatients du joug que les grands inventeurs imposent nécessairement à leur génération et aux suivantes, incapables de se plier à une forme classique et fixe de travail, dédaignant de construire selon les règles de l'art sur des bases établies par leurs devanciers, ils s'en vont leur chemin; quittant les grandes routes unies, ils percent d'autres sentiers, cherchent des idées nouvelles, impriment le cachet de leur originalité à tout ce qu'ils touchent.

Leur tâche est pénible, car souvent ils butent. Leur œuvre, jamais achevée, n'est en quelque sorte que l'ébauche d'une carte dressée par le premier explorateur de la contrée inconnue; mais jamais elle n'est inutile, car ce que le pionnier n'a pu faire, n'importe qui le fera, alors que personne n'aurait pu le remplacer lui-même dans son œuvre d'initiation.

Bœhm fut un de ces hommes.

Plusieurs de ses travaux ont soulevé des protestations, aucun ne disparaîtra, quelques-uns ont inauguré de longues séries de recherches qui aboutiront un jour à la solution de très importants problèmes.

L'activité scientifique de Bœhm s'étend depuis 1856 jusqu à la veille de sa mort.

Ses travaux sur la sève ascendante ont fait connaître le nom de Bœhm dans tous les pays du monde. Quoique, jusqu'à présent, aucune théorie n'ait réussi à rallier tous les suffrages, il n'en est pas moins vrai que, grâce à l'impulsion nouvelle donnée aux recherches, des doctrines erronées ont été mises à l'écart et que, tout au moins, le chemin suivi par la sève ascendante est aujourd'hui bien connu.

L'étude de la chlorophylle et de ses fonctions, ainsi que d'autres matières colorantes végétales, a occupé les loisirs du jeune savant,

qui a porté ensuite son attention sur les causes de l'ascension de la sève (1863), sur le parasitisme du gui (1865), sur la formation des thylles dans les vaisseaux du bois (1867). Les travaux sur l'assimilation chlorophyllienne, la respiration, en particulier la respiration intramoléculaire, et quelques questions connexes ont occupé Bœhm de 1867 à 1877. Un fort intéressant travail sur le rôle du calcium dans la plante a paru en outre en 1875.

En 1877, avec un mémoire sur le mouvement de l'eau dans les plantes, suivi bientôt d'un exposé plus populaire du même sujet, les discussions sur la sève ascendante sont entrées dans la période aiguë, et, depuis cette époque, Bœhm n'a cessé de multiplier et de varier les expériences. Le nombre des mémoires, notes et discours qu'il a publiés à ce sujet n'est pas inférieur à treize.

Je ne puis passer sous silence la fameuse expérience sur la formation de l'amidon dans une feuille que l'on fait simplement flotter sur de l'eau sucrée ; elle a été le point de départ des intéressantes recherches de Arth. Meyer et de Laurent, et a puissamment contribué à élargir nos connaissances sur la métamorphose des principes immédiats.

Les *Annales agronomiques* ont reproduit en résumé la plupart des plus intéressants travaux de Bœhm. La liste dressée par M. C. Wilhelm [1], bien qu'incomplète, comprend 56 numéros.

Nous ne connaissons en France que Bœhm, le physiologiste. Les documents pieusement recueillis par Mme Bœhm et les notes manuscrites que, malgré son immense douleur, elle a eu le courage d'y joindre, « afin d'être utile au cher mort », nous montrent le brillant professeur, rempli de vie, pétillant d'esprit, de verve et d'originalité, qui charma si longtemps un auditoire constamment renouvelé. Bœhm ne négligeait rien pour rendre ses leçons intéressantes et instructives; il réunissait avec mille peines les échantillons de plantes nécessaires à ses démonstrations; on le voyait parfois dans les rues de Vienne, traînant l'énorme ballot.

L'éclat de sa parole, l'ardente expression de son amour de la science furent tels, que les grands maîtres de la Faculté de médecine, Hyrte, Rokitansky, Oppolzer, se mêlaient à son auditoire. L'affection presque filiale que ses élèves lui ont témoignée, est la meilleure preuve de son dévouement absolu et des services qu'il a

1. Verhandlungen der K. K. Zoologisch.-Botan. Gesellschaft. in Wien, 1893, p. 584.

rendus à l'enseignement. Il aidait les jeunes de ses conseils et souvent de sa bourse.

Miné par la maladie qui devait l'emporter, il se refusait à interrompre ses leçons. C'est en vain que les élèves lui envoyèrent une délégation pour l'engager à se ménager. La délégation fut congédiée brusquement au moment même où le maître comprit de quoi il s'agissait. On imagina alors de déserter les bancs de l'amphithéâtre, mais on recula avec raison devant cette mesure extrême qui pouvait paraître blessante.

Josef Bœhm est né à Gross-Gerungs (Basse-Autriche), le 13 mars 1831. Il appartient à une famille de cultivateurs qui habite la même maison depuis plus de deux siècles. On destinait à l'Église le jeune garçon à l'esprit éveillé. Sans fortune, Bœhm dut, dès ses études au collège, aider ses parents en donnant des leçons. Plus tard, étudiant en médecine, il devint professeur particulier dans deux familles de la haute aristocratie de Vienne, il fit bientôt un cours de médecine et fut un moment l'assistant privé du Dr Oppolzer. Le plus bel avenir semblait s'ouvrir devant lui, quand, abandonnant la direction qu'il avait suivie jusque-là, il se jeta à corps perdu dans l'étude de la physiologie végétale.

Unger avait été son maître. En 1857, Bœhm devint privatdocent de botanique à l'Université de Vienne; en 1858, professeur à l'Académie du commerce; il conquit peu à peu tous les grades jusqu'à ceux de professeur à l'Université et à l'Institut agronomique de Vienne.

La physionomie de Bœhm était le miroir véridique de ses qualités. La figure franche et ouverte, pleine de bienveillance, les yeux spirituels, le front puissant et largement découvert, inspiraient la confiance, appelaient l'amitié.

Un tel homme a dû trouver dans sa propre conscience, dans son ardent amour de la vérité, la récompense de ses efforts et la juste compensation des amertumes qu'il eut en partage. Mais hélas! qui pourrait l'affirmer? peut-être ce pauvre ami, mort maintenant, a-t-il eu ses moments de doute!

Bœhm épousa en 1876 la sœur d'un de ses élèves, qu'il avait connue et appréciée toute jeune fillette et qu'il a eu le bonheur de revoir sur les bancs de la salle des cours.

Le désespoir de sa jeune veuve est de n'avoir pu adoucir de ses

soins affectueux, embellir de sa présence quelques années de vieillesse et de repos si bien mérité.

Bœhm est mort debout sur la brèche. Sa dernière leçon a été celle du 21 novembre 1893. Il a rendu le dernier soupir le 2 décembre, dans sa soixante-troisième année.

Ses amis ne l'oublieront jamais et son nom restera inscrit dans les Annales de la science.

REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

Physiologie végétale

Recherches sur la maturation des pommes, par M. P. Kulisch[1]. — Beaucoup de pommes, surtout les variétés tardives, renferment des quantités plus ou moins considérables d'amidon à l'époque de l'aoûtage du bois et cet amidon passe à l'état de sucre, à une date variable qui dépend de la race et du mode de conservation.

Plusieurs races précoces n'en renferment plus au moment de l'aoûtage; d'autres, tardives ou races d'hiver, même cultivées à l'espalier et laissées à l'arbre jusqu'à mi-octobre, en contiennent encore des proportions notables, jusqu à 2.4 p. 100 du poids de la pomme.

Quant à la répartition de cet amidon dans la pomme, on a constaté ceci: les fruits très éloignés encore de la maturité sont presque uniformément remplis d'amidon; souvent on trouve de bonne heure les tissus avoisinant le trognon dépourvus de cet hydrate de carbone, puis le fruit se vide progressivement de l'intérieur vers l'extérieur et de la base au sommet; on n'a pas constaté de différence entre le côté rougi au soleil et le côté exposé à l'ombre.

Il peut donc arriver qu'après la récolte, la quantité absolue de sucre augmente encore dans les pommes, par suite de la transformation de l'amidon. En outre, la quantité relative de sucre subit également un accroissement par la transpiration et la concentration consécutive du suc; et à ces phénomènes vient s'ajouter la diminution absolue et relative de l'acidité; de là, la saveur douce, sucrée des fruits conservés. Il paraît démontré que le sucre provenant de la transformation de l'amidon dans les pommes est de la saccharose.

Sur les limites de l'accumulation des hydrates de carbone dans les feuilles de la vigne et d'autres plantes, par M. Saposchnikoff[2]. — Existe-t-il une quantité maxima d'hydrates de carbone, au delà de laquelle l'assimila-

1. *Landwirthsch. Jahrbücher*, XXI, 871: — *Bot. Centralbl.*, LIV, 348.
2. *Berichte d. deutsch. bot. Gesellsch.*, IX, 1891, 293-300.



tion s'arrête, et quel est ce maximum ? Telles sont les questions auxquelles l'auteur essaye de répondre. Pour cela, il coupe les feuilles et les place, le pétiole plongeant dans l'eau, devant une fenêtre bien éclairée. L'amidon est dosé à l'état de glycose après saccharification par l'acide chlorhydrique qui, à la concentration de 2 p. 100 n'attaque pas la cellulose, même lorsque l'ébullition dure une heure et demie. Cette opération a été pratiquée successivement sur des morceaux découpés dans les feuilles à l'aide du scalpel.

D'après les résultats obtenus, le maximum d'hydrates de carbone accumulés à la suite de l'assimilation dans une feuille de vigne (*Vitis vinifera*) est de 16,686 grammes par mètre carré ou de 27.5 p. 100 du poids sec. Il est intéressant de noter que les feuilles coupées assimilent encore au bout de dix jours.

Pour le *Vitis Labrusca*, ce maximum des hydrates de carbone n'était pas le même dans les différentes expériences; il oscillait entre 11 et 19 grammes par mètre carré ou entre 17 et 25 p. 100 du poids sec.

On a trouvé pour le *Rubus cæsius* 14 gr. 6-15 gr. 7 par mètre carré ou 23 gr. 3-25 gr. 6 p. 100 de matière sèche; pour le *Rubus fructicosus* 13 gr. 7-15 gr. 9 par mètre carré ou 18 gr.-20 gr. 7 p. 100 de matière sèche.

Voici maintenant comment l'auteur explique cet arrêt de l'assimilation: il convient d'envisager deux causes: 1° la capacité des feuilles et l'extrême pléthore amylacée des grains de chlorophylle; 2° la diminution des aliments minéraux qui jouent un rôle essentiel dans l'assimilation chlorophyllienne. Cette dernière cause, combinée avec l'influence de l'âge des feuilles, pourrait expliquer les différences observées dans les maxima, puisque la richesse saline des feuilles dépend de la grandeur de la transpiration et que celle-ci, ainsi que l'a démontré M. von Hœhnel, varie avec l'âge des feuilles.

L'arrêt de l'assimilation est précédé d'un ralentissement progressif proportionné à l'accumulation des hydrates de carbone dans les feuilles.

Quant à la limite extrême que peut atteindre dans les feuilles la concentration du sucre en présence de l'amidon, l'auteur nous communique les données suivantes.

Vitis vinifera. — Quelques heures après l'amputation des feuilles, la concentration du sucre était de 2 grammes-2 gr. 5 p. 100; elle s'est accrue de plus en plus lentement pendant sept jours, à la température de 16°-17° et par un temps couvert, jusqu'à près de 4 grammes p. 100, dix jours d'exposition à 20°-24° par un temps clair, l'ont amenée à 5 gr. 2 p. 100, ce qui correspond à 7 grammes environ par mètre carré.

Vitis Labrusca. — La concentration était de 1 p. 100 aussitôt après l'amputation; elle s'est élevée à 6.8 p. 100 en cinq jours, la température étant de 15°-25°.

Rubus cæsius. — On a trouvé, quatre jours après l'amputation, 6 p. 100 ou 8 grammes par mètre carré.

Rubus fruticosus. — On a trouvé quatre jours après l'amputation, 6 p. 100 ou environ 7 grammes par mètre carré.

L'auteur a porté ensuite son attention sur les relations qu'il peut y avoir entre la formation de l'amidon et la concentration de la solution sucrée.

L'amidon commence à se former, mais très lentement dès que la solution atteint 2 p. 100. La formation la plus rapide a été observée avec une solution de 8 p. 100 de dextrose.

Il y a là évidemment une contradiction apparente : comment les feuilles peuvent-elles accumuler le sucre jusqu'à 6.8 p. 100, alors que la formation de l'amidon commence déjà à 2 p. 100 ? Deux phénomènes inverses se produisent en même temps : formation de l'amidon aux dépens du sucre et saccharification de l'amidon : ce que l'on observe en réalité, c'est la différence entre la formation et la dissolution de l'amidon. Moins la concentration est forte, plus l'amidon se dissout vite, et inversement ; il y a une concentration à laquelle les phénomènes sont d'égale intensité et cette concentration ne doit pas être éloignée de la concentration maxima de la solution sucrée dans les feuilles.

Relations entre la concentration du substratum d'une part, la turgescence et l'accroissement de quelques Phanérogames d'autre part, par M. B. Stange[1]. — Il n'est pas rare de trouver dans la nature des organismes qui, plongés dans des eaux fortement salées, ne laissent pas de croître et de se multiplier. M. Eschenhagen l'a démontré pour certains champignons et il a vu que leurs cellules, en diminuant ou en augmentant leur turgescence, sont douées de la propriété de s'adapter dans une large mesure à la concentration du substratum.

On sait peu de chose à ce sujet des Phanérogames. Il s'agissait pour l'auteur de combler cette lacune ; il a donc étudié le développement de plantes supérieures sur des substratums concentrés et s'est efforcé de découvrir les relations entre la concentration de ce substratum et la turgescence et l'accroissement de la plante.

La méthode employée est la suivante : une solution nourricière complète à 2 p. 1000 sert de base, et dans cette solution on fait arriver lentement, par diffusion, des quantités déterminées de chlorure de sodium, de salpêtre ou de glycérine.

La culture terminée dans ces conditions, il s'agit d'évaluer la turgescence de la plante. Étant données des solutions titrées de nitrate de potasse différant les unes des autres de 1/2 p. 100, il suffit d'y plonger successivement l'objet en commençant par la solution la plus faible. La turgescence sera levée dans l'une de ces solutions ; en d'autres termes la plante se fanera parce que la solution de salpêtre, osmotiquement plus puissante que le suc cellulaire des tissus, soustraira de l'eau au végétal vivant. La solution précédente, qui ne diffère de celle-ci que de 1/2 p. 100, n'ayant pas levé la turgescence, on ne commettra qu'une légère erreur en disant que la solution de concentration « telle » exprime la turgescence de la plante. En général, les plantes poussées dans les conditions normales ou dans la solution nourricière normale, ont une turgescence égale à 0.25 de l'équivalent de nitrate de potasse. Nous pouvons donc dire que c'est là la turgescence normale.

1. *Bot. Zeit.*, 1892, nos 16-27. — *Bot. Centralbl.*, L. III, 353.

Si on cultive les plantes dans l'eau distillée, on observe une notable dépression de la turgescence, qui tombe à 0.15 de l'équivalent du salpêtre. Il résulte de cette expérience que la plante conserve toujours un reste de substances osmotiquement actives, et que la turgescence, ainsi qu'Eschenhagen l'avait déjà vu, ne devient jamais égale à zéro.

Voyons maintenant ce qui se passe, si nous faisons arriver dans les solutions nourricières normales (à 2 p. 1000), dans lesquelles on cultive des lupins, des haricots, des pois, du blé, etc., des quantités variées de salpêtre. Rappelons-nous que la turgescence normale est de 0.25, équivalent de $KAzO^3$.

Salpêtre ajouté à la solution normale en fractions de molécule de salpêtre.	Turgescence en fractions de molécule de salpêtre.
0.05	0.35
0.10	0.45
0.15	0.55
0.20	0.20

De ce tableau, l'auteur tire les conclusions suivantes :

1. Le pouvoir osmotique p de la cellule croît, en dedans de certaines limites, avec la concentration c du substratum.

2. L'excédent absolu du pouvoir osmotique ou de la pression osmotique (qui en est le résultat) sur la pression osmotique du substratum, c'est-à-dire la « pression de la turgescence », croît constamment jusqu'à un certain maximum, qui est (dernière ligne du tableau ci-dessus) $0.60 - 0.20 = 0.40$ molécule de salpêtre.

3. De même, l'excédent de la pression osmotique sur la pression osmotique normale, n, s'accroît avec la concentration du substratum.

4. En revanche, le rapport $\frac{p}{c}$ de la pression osmotique de la cellule à la pression osmotique du substratum diminue constamment.

5. Le rapport de l'excédent de la pression sur la pression osmotique normale $(p-n)$ à la pression osmotique de substratum $\left(\frac{p-n}{c}\right)$ ne change que lorsque la cellule est parvenue à son maximum de pouvoir osmotique. Il semblait utile ensuite de se rapprocher davantage des conditions normales, de renoncer aux solutions nourricières en élevant les plantes en pots. Le haricot, la fève, le lupin blanc et une graminée, ont été traités de cette manière. On les arrosait avec une solution de nitrate de potasse à 1/8e p. 100. Cette fois encore le pouvoir osmotique des cellules de ces plantes était isotonique avec une solution de 0.60 de la molécule de salpêtre. Cependant il n'est pas impossible que ce chiffre ne puisse être dépassé par une adaptation insensible pendant un temps plus prolongé. Ce qui porte à le croire, c'est que certaines plantes rudérales, telles que des espèces de *Chenopodium* et d'*Atriplex*, parviennent à développer un pouvoir égal à celui de 1.2 molécule de nitrate de potasse.

L'emploi de la glycérine a fourni des résultats analogues. On a pu réaliser

une pression osmotique, correspondant à 0.98 molécule de salpêtre; l'auteur attribue ce fait à ce que la glycérine à haute concentration est relativement bien supportée.

Quant au chlorure de sodium, il importe de distinguer les plantes à salpêtre, haricot, lupin, des plantes salines, *Salsola Kali*, *Cochlearia officinalis*, *Plantago maritima*.

Les premières supportent au maximum une dose additionnelle de 0.25 molécule de chlorure de sodium, produisant une augmentation de la pression osmotique qui équivaut à peu près à celle qu'on avait obtenue avec le nitrate de potasse.

Les plantes salines, au contraire, qui ne supportent guère que 0.10 molécule de salpêtre ajouté au milieu, s'accommodent très bien des fortes concentrations de chlorure de sodium, jusqu'à la dose maxima de 0.51 molécule. Là encore, la pression osmotique produite dans les cellules dépasse de beaucoup celle du milieu. Mais si on augmente progressivement la concentration de la solution, les pressions intracellulaires exprimées par une courbe ne suivent pas une ligne droite : la courbe s'élève jusqu'à un maximum, qui correspond à un optimum de concentration, pour redescendre au delà. C'est du moins ce qu'on voit nettement avec le *Cochlearia;* les résultats fournis par les deux autres plantes salines sont moins nets.

Ces données expérimentales sont contenues dans le tableau suivant, *n* étant, comme ci-dessus, la pression osmotique intracellulaire, *p*, la concentration de la solution plasmolysante ou, ce qui revient au même, la pression osmotique de la plante qui a poussé dans un milieu de concentration *c*.

Cochlearia.

c.	*p.*	*p.-c.*	*p.-n.*
0.17	0.51	0.34	0.27
0.25	0.60	0.35	0.36
0.34	0.76	0.42	0.52
0.42	0.85	0.43	0.61
0.51	0.90	0.39	0.66

Il ne sera pas sans intérêt de rapporter enfin les effets osmotiques ainsi produits à des concentrations isotoniques de salpêtre, de sel marin et de glycérine; on verra alors que la glycérine, quoique isotonique avec les deux autres solutions, produit constamment une turgescence moindre.

De tout ce qui vient d'être dit, il résulte que les phanérogames, comme les organismes inférieurs, sont capables de s'adapter aux concentrations élevées du substratum et que cette adaptation est suivie d'une superrégulation de la pression osmotique intracellulaire. Il est facile d'évaluer numériquement cette augmentation de la pression. M. Pfeffer nous a appris, en effet, qu'une solution de salpêtre à 0.1 molécule correspond à la pression de 3.4 atmosphères. On en déduira que la cellule, à l'état de turgescence normale, supporte une pression intérieure de 8.5 atmosphères, que cette pression descend à 5.1 atmosphères lorsque la turgescence est minima, et monte au contraire à 13.6 atmosphères quand elle atteint son maximum de 0.4 molécule de salpêtre.

Il est bien entendu que ces valeurs ne sont applicables qu'aux cellules qui confinent directement à la solution saline, c'est-à-dire à celles de la racine. La turgescence de ces cellules équivaut certainement à 0.4 molécule de nitrate de potasse, puisque leur pouvoir osmotique est de 0.6, d'où il faut retrancher 0.2 représentant le pouvoir osmotique du substratum. Mais il n'est pas impossible que même dans la tige, les membranes cellulaires soient imbibées d'une solution saline de même concentration que celle du substratum. Si par hasard, le liquide qui imbibe les parois cellulaires d'une tige de haricot, par exemple, était de l'eau pure, la pression intra-cellulaire monterait fatalement à 20 atmosphères. On a pu démontrer par l'expérience que les parois cellulosiennes résistent à cette forte pression.

Dans le chapitre suivant, l'auteur aborde l'étude de l'influence des solutions concentrées sur l'accroissement. En ce qui concerne l'accroissement en longueur, il trouve que les concentrations croissantes de la solution salpêtrée diminuent la vitesse et la grandeur de l'accroissement, alors qu'elles augmentent la turgescence. Ce résultat est en contradiction flagrante avec les idées reçues sur le mécanisme de l'accroissement, et selon lesquelles l'accroissement serait une fonction de la force de turgescence. Il faut en rabattre ; s'il y a un lien entre l'accroissement et la turgescence, il est moins direct qu'on ne l'avait pensé. Ce n'est d'ailleurs pas la première fois qu'on émet des doutes semblables. Quoi qu'il en soit, il est actuellement impossible de donner une explication plausible du phénomène en question.

Tandis que l'accroissement en longueur est retardé par les hautes concentrations, on voit au contraire dans certains cas l'accroissement en épaisseur augmenter, les cellules parenchymateuses se multipliant davantage et parvenant à un volume plus considérable.

Nous touchons là à la question déjà ancienne du rôle du sel dans la production de la carnosité chez les plantes maritimes et qui a été tout récemment encore étudiée par M. Schimper et M. Le Sage.

Des plantes différentes se comportent d'ailleurs très diversement sous ce rapport, et des solutions isotoniques des trois substances employées produisent parfois les effets d'accroissement les plus variés. Ce qui est certain, c'est que l'accroissement en longueur et l'accroissement en épaisseur sont deux phénomènes tout à fait distincts et que les cellules du point végétatif se comportent vis-à-vis du substratum tout autrement que les cellules cambiales.

Il était enfin intéressant de rechercher quelles sont les causes de l'augmentation de la turgescence. On pouvait admettre d'abord *a priori* que la cellule continue à augmenter son fonds de substances osmotiquement actives, mais qu'en même temps elle cesse de s'accroître. Hâtons-nous de reconnaître qu'aucun fait ne justifierait cette manière de voir. On peut encore croire que l'augmentation de la turgescence est la conséquence de l'exagération de l'absorption et de l'accumulation des substances offertes. Cette fois, l'expérience était réalisable; il était facile de doser les quantités de nitrate ou de chlorure entrées dans les cellules; on a vu qu'en effet, les substances offertes en concentrations croissantes sont de plus en plus activement absorbées par les cellules. Cependant cet appoint n'explique jamais complètement l'augmen-

tation de la turgescence. Il est d'ailleurs possible qu'une partie des sels absorbés soit immédiatement élaborée avec production de substances dont le pouvoir osmotique serait plus élevé. Peut-être aussi les matières ajoutées au substratum exercent-elles une excitation sur le protoplasma, d'où résulterait une surproduction de substances osmotiquement actives. On pense involontairement à une modification de la fonction d'assimilation. Ainsi M. Schimper a montré que sur du chlorure de sodium très concentré, certaines plantes ne produisent ou plutôt ne déposent ni amidon, ni glycose. Or, de son côté, M. Le Sage a trouvé que l'assimilation chlorophyllienne se poursuit néanmoins. L'auteur pense que les hydrates de carbone formés sont aussitôt employés à la constitution de substances d'une grande puissance osmotique.

Il était difficile, après ces réflexions, de ne pas examiner l'influence de la lumière sur la turgescence.

Si fortes que soient les oscillations de la pression intra-cellulaire dans les plantes étiolées, il n'en est pas moins vrai que sur un substratum donné, la cellule a besoin de la lumière pour développer le maximum de pression de turgescence. Les plantes élevées à l'obscurité sur des substratums de concentration croissante, augmentent bien le pouvoir osmotique de leurs cellules, mais ce pouvoir n'arrive jamais à la même hauteur qu'à la lumière, sur le même substratum. Il suffit de transporter la plante à la lumière pour que cette dernière valeur soit bientôt atteinte. Rien n'est plus facile que de démontrer ici l'intervention de l'assimilation chlorophyllienne. Cultivons la plante à la lumière, dans de l'air privé d'acide carbonique. La turgescence sera la même que pour les plantes développées à l'obscurité dans l'air ordinaire.

Il est intéressant de noter que les solutions de chlorure de sodium, de nitrate de potasse et de glycérine retardent l'accroissement en longueur beaucoup moins à l'obscurité qu'à la lumière, parfois même pas du tout. C'est peut-être là qu'il faudra chercher la clef de l'interprétation de ce singulier effet des solutions concentrées.

Les rayons de la moitié gauche, moins réfrangible du spectre solaire, agissent sous ce rapport, non pas précisément comme l'obscurité, mais comme la lumière fortement mitigée.

Les causes de la faible pression osmotique dans les plantes cultivées à l'obscurité ou dont l'assimilation a été suspendue, résident dans la diminution de l'absorption des matières inorganiques, — ceci a été prouvé par une série d'expériences, — dans la suppression de l'assimilation et peut-être encore dans la dilution du suc cellulaire qui résulte du fort agrandissement du volume de la cellule étiolée. VESQUE.

Recherches sur les torsions d'orientation des feuilles et des fleurs, par MM. SCHWENDENER ET KRABBE [1]. — Nous ne pouvons guère nous appesantir ici sur ce travail à la fois expérimental et théorique, et dont l'intérêt au point de vue de la science pure, saute aux yeux. Le résultat capital est celui-ci : lorsqu'il s'agit d'organes d'ailleurs capables d'exécuter des torsions

1. *Mémoires de l'Académie des sciences de Berlin*, 1892. Tirage à part, in-4°, 115 p. et 3 pl. Berlin, Reimer.

d'orientation, tels que les pétioles des feuilles, les pédoncules des fruits, c'est-à-dire d'organes qui, pour placer le limbe de la feuille ou la fleur dans une position déterminée, peuvent non seulement se courber, mais encore se tordre autour de leur propre axe, la pesanteur aussi bien que la lumière (géotropisme et héliotropisme) peuvent provoquer les courbures et en outre *directement* des torsions.

Cependant il faut être réservé sur les généralisations. La chose demontrée pour un certain nombre de cas, n'est pas nécessairement applicable à tous les autres, car nous sommes ici sur un terrain de la physiologie, où les mêmes effets ne sont pas toujours imputables aux mêmes causes: les torsions plus spécialement peuvent prendre leur source dans des circonstances diverses.

Tous les mouvements d'orientation reposent sur des courbures et des torsions. Or les auteurs ont démontré par des expériences directes faites sur des parties en voie d'accroissement des plantes, par des modèles mécaniquement réalisés, par la théorie, qu'une combinaison de courbures ne peut jamais amener une torsion; donc on n'a pas le droit d'expliquer celle-ci par celle-là. C'est ce qu'avait essayé de faire M. Ambronn. Les auteurs pensent avoir réfuté par le menu les arguments de ce savant.

Le poids propre des feuilles et des fleurs peut bien intervenir par-ci par-là dans la production de la torsion, mais c'est l'exception. On peut dire d'une manière générale que les mouvements d'orientation sont le résultat de phénomènes d'accroissement assez puissants pour vaincre le poids propre de l'organe.

Il importe enfin d'ajouter que rien dans la structure intime des organes qui se tordent, ne peut constituer un facteur de la torsion, car en ce cas les torsions devraient se produire même en dehors de l'action unilatérale des excitants extérieurs (pesanteur et lumière).

On peut donc poser en thèse générale « que tous les mouvements reposant sur des torsions, que les parties de plantes exécutent en vue d'une orientation déterminée par rapport à la verticale, à la lumière incidente ou à l'axe principal de la plante, se réalisent sous l'influence immédiate de la lumière ou de la pesanteur ». Il importe peu, en ce moment, de savoir si la lumière peut toujours agir seule ou si elle exige parfois le concours simultané de la pesanteur. Il y a donc un héliotortisme et un géotortisme.

VESQUE.

Recherches sur la longueur des vaisseaux des plantes et sur la distinction des trachéides et des vaisseaux, par M. ARTH. ADLER [1]. — Voici une ingénieuse méthode qui servira à révéler partout dans la plante les passages directs et inversement les interruptions, à déterminer la longueur des vaisseaux, à distinguer les vaisseaux des trachéides, distinction très difficile, sinon impossible, à l'aide du seul microscope, etc.

Le perchlorure de fer est une substance colloïde incapable de traverser

1. *Untersuch. über die Längenausdehnung der Gefässräume*, etc., in-8, 56 p., Iéna, 1892. — *Bot. Centralbl.*, LII, 128.



les parois cellulaires. Si donc on pousse la solution de ce sel dans l'ouverture artificiellement pratiquée à une cellule close, la paroi cellulosienne retiendra tout le sel de fer, tandis que le dissolvant seul, l'eau, filtre au travers. Si on ajoute ensuite de l'ammoniaque, le perchlorure se transforme en hydrate de sesquioxyde de couleur rouge foncé trahissant très nettement les parois qui font obstacle au libre passage.

S'agit-il de savoir si un fragment de tige quelconque renferme des vaisseaux ou seulement des trachéides, on plonge l'une des extrémités dans la solution ferrique, que l'on aspire par l'autre extrémité à l'aide d'une trompe à eau. Supposons que le fragment de tige ne contient que des trachéides, le sel de fer s'accumulera dans toutes les trachéides blessées et l'eau apparaîtra incolore à la section supérieure. Lorsqu'on juge suffisante la quantité de fer ainsi accumulée, on aspire par le même procédé de l'ammoniaque jusqu'à ce que la liqueur filtrée en ait l'odeur. Il suffit enfin d'étudier l'objet au microscope pour voir nettement où le sel de fer a été arrêté.

Quelques-unes des constatations qui ont été faites à l'aide de cette méthode, intéressent le physiologiste.

Ainsi, par exemple, M. v. Hœhnel avait avancé le fait qu'il existait dans le bois des conifères des systèmes longitudinaux de trachéides communiquant directement entre elles et jouant par conséquent le rôle physique des vaisseaux des Angiospermes. Il n'en est rien, toutes les trachéides sont closes; les bulles de gaz, dont le dégagement avait trompé le savant autrichien, s'échappent, non des trachéides, mais de très fins canaux intercellulaires.

Les vaisseaux eux-mêmes ne constituent pas dans la plante un système ininterrompu de canaux; ils possèdent des interruptions assez régulières, provenant de ce que de loin en loin les parois transversales primitives ne sont pas entièrement résorbées. Leur longueur est néanmoins souvent très grande. Elle est chez l'*Aristolochia Sipho* de $2^{m},26$, chez le Robinier de 69 centimètres; les plus courts ont été rencontrés dans le pétiole d'un palmier, l'*Areca lutescens;* ils mesurent 32 millimètres. On a trouvé dans les rameaux de différents âges que la longueur des vaisseaux augmente avec l'âge jusqu'à la quatrième année, où elle atteint son maximum.

La longueur des vaisseaux augmente peu à peu dans les pousses du coudrier, à partir de la base jusqu'à 35 centimètres environ du sommet, pour diminuer ensuite de nouveau très rapidement.

L'auteur rattache à ces faits anatomiques quelques remarques au sujet de la pression de l'air inclus dans les vaisseaux. L'expérience de M. v. Hœhnel (ascension du mercure dans les vaisseaux d'un rameau coupé sous le mercure) est l'objet d'une interprétation un peu différente de l'ancienne.

On sait qu'un bouquet placé dans l'eau finit par se faner et qu'il reprend sa fraîcheur si on coupe une certaine longueur des tiges. L'auteur pense que par cette opération on ouvre des vaisseaux qui étaient restés clos jusque-là. Sans doute, mais on a également pu déboucher ceux qui étaient primitivement ouverts et qui s'étaient bouchés peu à peu pendant la macération.

VESQUE.



Sur les mouvements photométriques des plantes, par M. Fr. Oltmanns[1]. — Nous construisons, pour obtenir toutes les intensités lumineuses possibles, une espèce de prisme dégradateur en fixant deux glaces de manière à ce que, se touchant par une arête, elles fassent entre elles un angle très aigu. Nous remplissons cet angle dièdre avec de la gélatine à laquelle nous avons incorporé un peu d'encre de Chine. La gélatine étant solidifiée, nous possédons un appareil derrière lequel la lumière solaire est atténuée depuis l'intensité normale (près de l'arête) jusqu'à un minimum qui dépendra de l'épaisseur du prisme au côté opposé et, naturellement, de la quantité d'encre de Chine suspendue dans la glycérine.

En présence des faits jusqu'à présent constatés, notamment par l'auteur lui-même, sur les algues marines, on est tenté d'admettre que toutes les plantes exigent pour leur développement normal une intensité lumineuse déterminée, ce qui revient à dire qu'il existe pour chaque espèce un optimum d'éclairage. Il paraît en outre probable que toutes les plantes possèdent la faculté de paralyser, par un moyen quelconque, l'effet nocif éventuel d'un éclairage modifié.

Plaçons donc le prisme dégradateur à plat sur un vase opaque dans lequel se trouve une culture de *Volvox*. La lumière sera très inégalement répartie dans ce vase. Aussitôt, les individus de *Volvox* en multiplication purement végétative (asexuée) se réunissent en un épais nuage au-dessous de l'arête la plus claire du prisme, et y exécutent leurs évolutions habituelles, tandis que les femelles adultes se rendent dans des endroits moins éclairés, pour s'y arranger en files verticales. A l'extrémité la plus sombre, les files consistent en une cinquantaine; à l'endroit le moins sombre, en une vingtaine d'individus. Tous présentent le côté antérieur en haut, et se meuvent également de bas en haut, en tournant autour de leur axe longitudinal; au bout de quelque temps, les chefs de file s'arrêtent et tombent au fond, entraînant dans leur chute tous les autres, puis ils remontrent, et ce jeu se continue sans aucun déplacement latéral, tant que l'intensité de la lumière reste la même. Mais, si on change celle-ci, chaque individu ou respectivement chaque groupe, ne tarde pas à trouver une place où règne la même intensité lumineuse qu'auparavant. On sait que ces mêmes *Volvox*, dans une enceinte uniformément éclairée, ou à l'obscurité, exécutent des mouvements de translation sans orientation déterminée.

Il résulte de cette élégante expérience que le *Volvox* présente toujours une locomotion autonome et qu'il possède de plus la faculté de ressentir les différences de l'éclairage, qu'il est, en un mot, photométrique, et que, par excitation, la lumière d'intensité différente provoque un mouvement orienté de telle façon, que l'algue se rend à l'endroit où elle trouve l'éclairage qui s'accorde avec ses goûts et qui est probablement l'éclairage optimum. Mais le goût pour la lumière n'est pas toujours le même, il dépend de facteurs intrinsèques et extrinsèques.

Nous le trouvons, en effet, différent chez les individus asexués et les

1. Flora, 1892, 183-266, avec une planche; *Bot. Centralbt.*, *Beihefte*, II, 4, p. 254.

sexués adultes. Il résulte encore de notre expérience que « c'est l'intensité de la lumière, non son angle d'incidence, qui détermine le mouvement orienté de l'algue ».

Cette idée-là devient, pour M. Oltmanns, l'outil qui bat en brèche les doctrines actuellement régnantes de la phototaxie.

Jusqu'à présent, le *Volvox* faisait partie des organismes phototactiques se mouvant toujours dans le sens du rayon incident et pour lesquels l'intensité de la lumière n'avait d'autre influence que de changer le signe de ce mouvement, de plus en moins, d'attractif en répulsif. Il est vrai que cette opinion n'était pas restée sans contradicteurs. Déjà M. Famintzin avait essayé de démontrer le peu d'importance de la direction des rayons lumineux, et avait invoqué l'influence dominante de l'intensité de l'éclairage. De même, M. Pfeffer, considérant l'action répulsive des forts rayons, attractive des rayons faibles, avait appelé l'attention sur ce point intermédiaire où la lumière n'exercerait aucune action, sur ce point indifférent.

M. Oltmanns répète, pour les Spirogyres, les mêmes observations que nous venons de décrire pour le *Volvox*.

Tous ces faits l'amènent à définir ainsi les mouvements phototactiques :

« Les mouvements phototactiques sont ceux des mouvements photométriques qui, par le déplacement du corps tout entier, amènent l'organisme dans un éclairage dont l'intensité lui convient le mieux. »

Il était impossible de s'arrêter là. Ce résultat devait amener l'auteur à s'occuper de deux autres questions parentes, les déplacements des chloroplastides d'une part, l'ensemble des phénomènes héliotropiques, d'autre part.

Les grains de chlorophylle ne se comportent pas comme le *Volvox* et le *Spirogyra;* on sait que leurs mouvements phototactiques sont tels qu'ils présentent la tranche à la lumière intense, la face à la lumière mitigée. Les plastides verts sont plagiotropes, alors que le *Volvox* est orthotrope. Cette fois encore, les intensités intermédiaires de l'éclairage sont les plus intéressantes.

Les objets qui se prêtent le mieux aux expériences sont le *Mesocarpus* et le *Funaria*. Dans le premier, qui est une algue, chaque cellule cylindrique renferme un seul plastide vert, en forme d'une lame droite qui traverse la lumière de la cellule et touche pour ainsi dire aux parois, suivant deux génératrices opposées du cylindre.

Si la lumière est très intense, cette lame lui présente la tranche, et elle conserve cette position jusqu'au moment où un certain minimum d'intensité lumineuse est dépassé. Si, à partir de ce minimum, on continue à diminuer encore l'intensité de l'éclairage, la plaque prend des positions obliques telles qu'à chaque éclairage déterminé correspond une position déterminée de la plaque ; la projection de la plaque sur un plan perpendiculaire à l'incidence des rayons a une grandeur fixe pour chaque intensité. Il vient enfin une intensité où la plaque présente sa face à la source lumineuse, et au-dessous de laquelle cette position se maintient. On doit considérer ici comme optima toutes les intensités comprises entre celle qui suffit tout juste à provoquer la position sur tranche et celle qui amène pour la pre-

mière fois la position de face. En effet, quelle que soit l'intensité comprise entre ces deux extrêmes, la cellule reçoit exactement, grâce au changement de position de la plaque chlorophyllienne, autant de lumière qu'il lui convient. On voit que chez ces cellules plagiophototactiques, les limites qui enferment les intensités lumineuses maxima sont beaucoup plus écartées que chez les organismes motiles ortophototactiques.

De même que la phototaxie, l'héliotropisme admet des organes orthotropes et plagiotropes; l'auteur distingue ainsi l'orthophototropie et la plagiophototropie. Il était admissible, *a priori*, que chez les plantes héliotropiques, de même que chez les phototactiques, le besoin de lumière, l'accord lumineux (Lichtstimmung), comme l'auteur l'appelle, dépend des circonstances extérieures, que chez les plantes adaptées à l'ombre, l'accord est plus bas que chez celles qui vivent au soleil. C'est pour cette raison que les premières expériences ont été faites avec le *Vaucheria sessilis*. Les exemplaires de cette algue, cultivés sur le clinostat, libres de toute courbure héliotropique, ont été placés sous le prisme dégradateur; il a été facile ainsi de constater que la plante, éclairée d'un seul côté, est complètement indifférente pour certaines intensités lumineuses, qui ne provoquent aucune courbure, tandis qu'elle répond aux intensités moindres par des courbures positives, aux plus fortes, par des courbures négatives.

Le *Phycomyces nitens*, champignon auquel on a recours dans ces sortes de travaux, est cependant moins avantageux, ce qui ne l'empêche pas de présenter également les trois cas de courbure positive, d'indifférence et de courbure négative, selon l'intensité de l'éclairage; cette dernière était même particulièrement intéressante, parce que les plantes faisaient un angle quelconque avec la direction des rayons lumineux.

On n'a fait que peu d'expériences sur les pousses des Phanérogames. L'auteur pense, néanmoins, qu'elles suffisent, combinées avec les données déjà acquises à la science, à démontrer la concordance principielle de ces plantes supérieures avec le *Vaucheria*.

L'extrême importance qu'on accordait jusqu'à ce jour à la « direction » des rayons lumineux prend sa source dans l'intensité trop faible de la lumière avec laquelle on travaillait. Si on dispose d'intensités suffisantes et suffisamment graduées, on doit réussir avec tout membre de la plante, racine ou pousse, à réaliser les courbures positive et négative, ainsi que l'indifférence.

Quant aux expériences sur des organes plagiophototropiques, nous nous bornerons à citer celles qui ont porté sur le robinier. On sait qu'à la lumière diffuse, les folioles des feuilles de cet arbre sont entièrement étalées, tandis qu'elles se redressent au soleil, en rapprochant les unes des autres leurs faces supérieures. Deux folioles opposées qui, le matin, formaient entre elles un angle de 180 degrés, peuvent réduire cet angle à 40 degrés à midi, pour reprendre leur position initiale vers le soir. Il est bien entendu qu'en tout ceci, le rachis de la feuille est sensiblement perpendiculaire à l'incidence des rayons. Lorsqu'il leur est au contraire parallèle, les folioles se tordent sur leurs renflements moteurs, et restent, par conséquent, capables de former un angle avec les rayons incidents, tel

qu'il y a adaptation à l'éclairage momentané. Sans rien changer à la direction des rayons, on peut, en interposant comme un écran le prisme dégradateur, modifier à volonté l'angle formé par les folioles.

Le haricot et la capucine se comportent de même; cette dernière ayant un accord lumineux très élevé, n'a jamais pu être amené aussi loin vers la position de profil que le robinier.

Sans faire de nouvelles expériences personnelles, l'auteur essaye d'appliquer ses idées à toutes les autres feuilles et même à tous les autres organes dorsiventraux.

Il constate que les organes auxquels Darwin a donné le nom de diahéliotropiques à cause de leur position perpendiculaire à l'incidence, peuvent également se placer de profil et devenir parahéliotropiques, qu'il n'y a donc aucune différence entre le para- et le diahéliotropisme. Ici encore, il convient d'employer le terme de plagiophototropie, exprimant que tous les organes dorsiventraux prennent une position particulière par rapport à la lumière, en ce qu'ils lui présentent un côté déterminé, qui fera avec les rayons incidents un angle également déterminé pour chaque intensité de la lumière.

Les organes dorsiventraux sont donc influencés, en dedans de certaines limites, par la marche apparente du soleil, comme d'ailleurs les organismes plagiophototactiques, alors que les organes orthotropiques seraient entièrement indépendants de la direction de la lumière.

Voilà, à mon sens, un travail d'un haut intérêt, et qui, complété et étendu aux autres phénomènes d'excitation, modifiera d'une manière heureuse le chapitre des excitations en général. Dès à présent, M. Oltmanns exprime la pensée que les mouvements tonotactiques, thermotropiques et hydrotropiques s'expliqueront par des téléologies, par la recherche des conditions optima qui correspondent à l'état momentané de la plante; celle-ci est capable, comme l'animal, de percevoir des différences d'intensité.

VESQUE.

Sur quelques exceptions dans le développement des sexes chez les plantes, par M. F. HILDEBRAND [1]. — Voici d'abord quelques cas où, chez des plantes monoïques, les fleurs mâles ont été remplacées par des fleurs femelles :

1. *Ecbalium Elaterium*. — Ordinairement on trouve dans les aisselles des feuilles, à côté de la fleur femelle solitaire, une grappe de plusieurs fleurs mâles. L'auteur a observé diverses perturbations de cette règle. Sur un pied, après plusieurs feuilles sans fleur, il a trouvé dans une première aisselle une fleur mâle solitaire, dans la suivante une fleur mâle et une fleur femelle, puis, dans les suivantes, à côté de la fleur femelle, une grappe mâle dont certaines fleurs, surtout les basilaires, étaient transformées en femelles; il a vu une fois une grappe à trois fleurs dont l'inférieure était mâle et les deux supérieures femelles. Les aisselles des feuilles supérieures du pied étaient

1. *Bot. Zeit.*, 1893, 27-35.

normalement garnies de fleurs. De plus, à mesure que la saison avance, les fleurs mâles deviennent de plus en plus rares, si bien qu'il ne se forme plus finalement que les fleurs femelles. Celles-ci sont fécondées par le pollen des grappes mâles antérieurement développées. D'après l'auteur, ce dernier fait n'est pas imputable à la saison automnale, mais à une cause profondément biologique. S'il se formait des fleurs mâles jusqu'au bout, elles ne trouveraient plus de fleur femelle à féconder, et seraient par conséquent inutiles.

2. *Quercus ilicifolia.* — Plus haut sur les rameaux que les fleurs femelles axillaires, les aisselles produisent normalement des bourgeons, d'où sortent au printemps suivant des chatons mâles. Après un été exceptionnellement chaud et humide, l'auteur a trouvé ces bourgeons dès la fin d'août, mais avec des fleurs femelles au lieu de mâles.

3. *Bryonia alba.* — Sur cette plante il apparaît d'abord uniquement des fleurs mâles, puis uniquement des fleurs femelles. A deux reprises différentes l'auteur a trouvé des grappes réunissant les deux sexes, les femelles tantôt au sommet, tantôt à la base.

4. *Sagittaria sagittifolia.* — L'inflorescence normale se compose de deux verticilles de trois fleurs femelles suivis de cinq-six verticilles de trois fleurs mâles. On a trouvé une inflorescence de la composition suivante : en bas, un premier verticille avec deux fleurs femelles normales, la troisième étant remplacée par un rameau garni de quatre verticilles tri-mères. L'inférieur de ces verticilles consistait en fleurs hermaphrodites mal conformées, tous les autres exclusivement en fleurs mâles. Le deuxième verticille de l'axe principal consistait en deux fleurs femelles et une hermaphrodite mal venue, les cinq autres en fleurs mâles normales. On voit qu'ici la lutte entre les sexes a empêché le développement de l'un et de l'autre.

Viennent maintenant les cas de plantes appartenant à des espèces dioïques et qui portent exceptionnellement des fleurs des deux sexes.

2. *Urtica dioïca.* — Ainsi que d'autres observateurs l'ont déjà constaté, les pieds monoïques portent à la base des fleurs mâles, au sommet les fleurs femelles ; il peut arriver qu'à la limite entre ces deux régions, la même inflorescence présente réunis les deux sexes, les fleurs mâles en bas, les femelles en haut. Transplantés dans un jardin, ces pieds ont conservé la monœcie.

2. *Juniperus.* — De trois jeunes arbres qui ont fleuri la sixième année, deux n'avaient que des fleurs mâles, le troisième, des fleurs mâles sur les rameaux inférieurs, femelles sur les supérieurs.

En présence de tous ces faits, l'auteur croit qu'il n'existe aucune loi générale déterminant la formation des sexes. Les résultats que l'on a obtenus en faisant des expériences avec les animaux ne sont pas applicables aux plantes.

Il est clair que l'hérédité transmet la tendance à la formation des deux sexes.

Si, partant de cet axiome on réunit les diverses possibilités qui peuvent faire prévaloir l'un et l'autre sexe, on arrive à dresser la série suivante :

1° Le sexe est déjà déterminé avant la fécondation.

2° Il se détermine au moment même de la fécondation.

3° Ce sont les conditions extérieures, agissant sur les fleurs fécondées, qui déterminent le sexe.

4° Dès leur jeunesse les descendants peuvent subir de telles influences qu'ils développent des fleurs d'un sexe donné.

5° Chaque fleur prise isolément peut à un certain état de son développement, naturellement peu avancé, subir des influences extérieures qui en déterminent le sexe.

Si on admet la réalité de ces possibilités, on peut expliquer aisément les cas anormaux aussi bien que les cas réguliers. Les faits observés constituent en effet une série sans lacune, depuis la sexualité fixée dès avant la fécondation jusqu'à celle qui hésite sur la plante adulte même. Les dispositions intérieures et les causes extérieures peuvent concourir de telle façon que tantôt les unes, tantôt les autres l'emportent; si les premières sont faibles, le milieu peut fort bien déterminer le sexe, tandis qu'il reste sans effet vis-à-vis de prédispositions intérieures naturellement puissantes.

Sylviculture.

Influence des décortications annulaires sur la végétation des arbres, par M. E. Mer. — M. Mer s'occupe depuis longtemps de l'influence des décortications annulaires sur la croissance des arbres. Il nous communique dans la présente note quelques-uns des résultats auxquels il est parvenu.

Plusieurs circonstances, dépendant de la manière dont la décortication a été pratiquée, influencent le sort de l'arbre.

1. Plus l'anneau d'écorce enlevé est large, plus l'arbre dépérit rapidement.

2. Si on fait la décortication annulaire au haut du tronc au-dessous de l'implantation des premières branches, le dépérissement est plus rapide que l'orsqu'on fait la même opération à la base du tronc.

3. Les troncs du duramen, ainsi que ceux qui renferment peu d'amidon, meurent plus vite que les autres.

4. Les arbres isolés périssent plus vite que ceux qui croissent en massifs.

5. Les arbres âgés sont plus résistants que les jeunes, les exemplaires robustes plus que ceux à croissance lente.

6. L'enduit résineux sur la plaie, qui a été observé chez le pin silvestre, protège l'arbre plus longtemps.

7. Les arbres qui produisent facilement des pousses au-dessous de la plaie, résistent plus longtemps que ceux qui ne jouissent pas de cette faculté.

8. Il en est de même des arbres, comme le sapin, dont les racines se greffent sur celles des arbres circonvoisins.

Voici quelles sont en résumé les modifications que subit l'intérieur du tronc à la suite de la décortication annulaire:

1. Dans la zone de la décortication: une couche périphérique plus ou

moins épaisse se dessèche. L'eau ne peut donc plus monter dans la couronne que par du bois plus intérieur, en supposant toutefois que cette région plus ancienne du bois soit encore perméable. L'amidon disparaît rapidement et le nouvel anneau ligneux est arrêté dans son développement; les cellules en voie de formation ne peuvent atteindre ni leurs formes ni leurs dimensions naturelles.

2. Dans la zone située au-dessus de la plaie. Il arrive relativement peu d'eau et par conséquent peu de sels minéraux. Les pousses croissent lentement et finissent par s'arrêter. Tant que les feuilles persistent dans la couronne, on trouve une quantité anormale d'amidon; en effet, la décortication empêche la descente des matières hydrocarbonées. Grâce à cet amidon, le cambium qui est moins exigeant que les pousses, sous le rapport des sels minéraux, peut encore former, au moins la première année, un nouvel anneau de bois et de liber.

3. Dans la zone située au-dessous de la plaie. L'amidon se trouve encore en partie dans les plus jeunes racines et dans les bourgeons dormants, d'autres fois il a totalement disparu. Comme il n'est pas remplacé il disparaît rapidement de toute la région intra-annulaire, l'accroissement des radicelles se ralentit, l'absorption de l'eau diminue naturellement en même temps. L'activité du cambium s'éteint aussitôt après l'enlèvement de l'anneau d'écorce.

Le premier effet de l'annélation serait donc le desséchement du bois mis à nu et la diminution de l'ascension de la sève dans les régions situées au-dessus de l'anneau. La vie de la couronne est donc compromise; comme les radicelles se développent peu, l'arbre est menacé de périr. Si donc les réserves (en amidon) sont grandes et que la transpiration des feuilles est abondante, la couronne se dessèche rapidement et meurt avant la région intra-annulaire; dans les conditions inverses le sommet ne périt que lentement et souvent beaucoup plus tard que la partie intra-annulaire.

Si l'arbre enfin, grâce au concours de diverses circonstances, dont la plus active est sans doute la greffe par approche des racines avec celles des arbres circonvoisins, peut résister pendant plusieurs années aux conséquences de l'annélation, il n'en est pas moins voué à une destruction plus rapide que dans les conditions normales. Le bois de l'anneau dénudé finit par se décomposer sous l'influence des agents atmosphériques. La dessiccation, suspendue pendant un certain temps, envahit alors les tissus plus internes que ne protège plus suffisamment le cylindre de bois nécrosé et il survient un moment où la région restée vivante ne laisse plus passer assez d'eau pour entretenir la vie dans la cime.

Note sur les incendies des landes de la Gironde et la sécheresse exceptionnelle du printemps et de l'été de 1893; par MM. G. Clavel, ingénieur des ponts et chaussées, agent-voyer en chef de la Gironde, et G. Rayet, correspondant de l'Institut, directeur de l'observatoire de Bordeaux. — La sécheresse remarquable et générale du printemps et de l'été de 1893 a été singulièrement funeste à certaines cultures et a parfois été la cause, pour certaines régions, de désastres considérables. Dans le département de la

Gironde, du 1er mars au 1er septembre (184 jours), il n'y a pas eu moins de 132 incendies, qui ont brûlé 35,589 hectares de forêts de pins et entraîné des pertes s'élevant à plus de 6 millions de francs.

Aucun désastre aussi considérable ne s'était produit depuis 1870.

La note de MM. Clavel et Rayet renferme une carte où sont figurées les taches produites par ces incendies. C'est presque un dixième des pins de la Gironde qui ont été brûlés.

La discussion des observations pluviométriques faites à Bordeaux de 1714 à 1770 par MM. de Sarrau, de 1776 à 1790 par le Dr de Lamothe, de 1843 à 1880 par MM. Abria et Petit-Lafitte, de 1881 à 1893 par l'observatoire de Bordeaux, démontre que la belle saison de 1893 a été particulièrement sèche.

Les printemps de 1768 et de 1716 sont seuls plus secs que celui de 1893, qui n'a donné que 55 millimètres d'eau au lieu de 160 millimètres, qui est la moyenne normale. Dans cette période il y a eu 76 jours consécutifs qui n'ont produit que 10 millimètres de pluie.

En ce qui concerne la sécheresse de l'été, 1893 n'arrive qu'au treizième rang avec 98 millimètres de pluie.

Pour l'ensemble des deux saisons, il n'y a que 1716 qui soit plus sec que 1893.

Parmi les 122 années pour lesquelles il y a des documents, il n'y a que 1716, 1741, 1767, 1870 et 1893 pour lesquelles le printemps et l'été aient été tous les deux secs.

Les mois de mars à août 1893 ont une température supérieure d'environ 3 degrés à celle des mois correspondants d'une année normale.

Chimie agricole.

Sur la présence et la détermination des saponines dans les plantes, par M. T. F. Hanausek [1]. — Les savants ne sont pas d'accord sur les propriétés vénéneuses des graines de la Nielle (*Agrostemma Githago*). Dernièrement MM. C. Kornauth et A. Arche ont démontré, par des recherches approfondies, que les porcs peuvent être engraissés avec les graines de la Nielle et que ces graines ont, au point de vue de l'alimentation de ces animaux, la même valeur que l'orge. D'autres observateurs considèrent les mêmes graines comme nuisibles ou tout au moins suspectes et expliquent le cas ci-dessus en admettant que les saponines sont en grande partie décomposées par les sucs digestifs. Après avoir mentionné les plus importants de ces corps, tels qu'ils ont été caractérisés notamment par M. Kobert et rappelé leurs formes cristallines, l'auteur s'occupe de la recherche de leurs réactions micro-chimiques.

Déjà M. Rosoll avait employé à cet effet l'acide sulfurique. Si on traite les racines de la saponaire ou l'écorce de Quillaja par l'acide sulfurique concen-

1. *Chemiker Zeitung* (Coethen), XVI, 1892, nos 71 et 72; — *Bot. Centralbl.*, LII, 124.

tré, on voit le contenu de certains parenchymes se colorer d'abord en jaune, ensuite en rouge, puis en bleu-violet. Il est vrai que cette réaction concourt en partie avec d'autres, par exemple avec celle de Raspail sur l'albumine et le sucre, avec celle de la pipérine; elle a en outre le désavantage d'être peu nette en présence de fortes proportions d'albumine ou dans les tissus très délicats.

S'inspirant de la réaction de la digitaline, découverte par M. Lafon, l'auteur emploie non l'acide sulfurique seul, mais un mélange à parties égales d'acide sulfurique et d'alcool. Quelquefois on est obligé de chauffer pour obtenir la succession des trois colorations jaune, rouge et violette, puis on ajoute une solution de perchlorure de fer qui produit un précipité brunâtre ou bleu brunâtre. Plus la drogue est riche en sapotoxines, plus la coloration bleue domine.

On a essayé la méthode avec succès sur dix objets différents: les graines de la Nielle, celles des *Dianthus*, les fruits des *Sapindus Saponaria* et *esculentus*, les racines de la saponaire, celles de *Senega*, des *Polygala major* et *amara*, l'écorce de *Quilluja*.

Les saponines sont contenues dans les assises cellulaires sous-péridermiques de la racine des *Polygala*. Quant aux graines d'*Agrostemma* et de *Dianthus*, l'embryon seul renferme ces substances; lorsqu'on le sépare de l'albumen et qu'on le suspend dans l'eau, il donne un liquide extrêmement mousseux, ce qui n'est point du tout le cas avec l'albumen seul.

Agriculture.

Rapports sur les champs d'essais départementaux de Meurthe-et-Moselle en 1892; par M. Bourgeois, professeur départemental d'agriculture. — Le rapport de M. Bourgeois débute par quelques indications statistiques très intéressantes : de 1872 à 1882, le département de Meurthe-et-Moselle a obtenu un rendement moyen de 14 hect. 80 à l'hectare, tandis que ce rendement est monté à 15 hect. 30 de 1882 à 1892, malgré la mauvaise récolte de 1892 pendant laquelle le blé a été gelé.

Pour l'avoine, le rendement moyen à l'hectare a été de 22 hectolitres de 1872 à 1882 et de 24 hect. 20 de 1882 à 1892, cet accroissement de rendement pour ces deux cultures représente plus de 2 millions de francs.

Malgré ces progrès, la situation générale du département n'est que passable; pendant les six dernières années, la population chevaline a diminué de 4,602 animaux, l'espèce bovine a perdu 6,465 bêtes et l'espèce ovine 40,459 animaux. Il est probable qu'après la terrible sécheresse de 1893, qui a particulièrement sévi en Meurthe-et-Moselle, la diminution se sera beaucoup accentuée.

Parmi les mesures que préconise M. Bourgeois pour accélérer les progrès et combattre la gêne qu'amène la baisse des prix actuels, se place en première ligne la création de chemins de défruitement, la réunion de parcelles par échanges, ou mieux réunions territoriales avec réfection du cadastre et

abornement. Vingt-cinq communes ont déjà fait le remembrement de leurs territoires, et dans un certain nombre on ne voit plus que de belles pièces de terre aboutissant toutes à des chemins ; la dépense est minime, elle s'élève à 15 ou 16 francs par hectare, cadastre et abornement compris, et les avantages sont très grands ; les travaux sont facilités, on peut se livrer à la création des prairies artificielles, ce qui est parfois difficile dans les terres enclavées soumises à l'assolement triennal, qui entraîne souvent le parcours des animaux à l'automne.

M. Bourgeois donne ensuite les résultats obtenus dans les essais des champs d'expériences et de démonstrations ; parmi les pommes de terre la *Richter's Imperator* reste en tête comme productrice de fécule : le *géant bleu*, qui est également très riche en fécule et à grand rendement, ne mûrit que très tard et ne laisse pas les terres disponibles assez tôt pour que le blé puisse lui succéder. Comme pomme de terre fourragère, les essais conduisent à préférer la *Canada blanche* ; comme pomme de terre culinaire, le *Magnum bonum* et l'*Early rose* comme variété précoce.

Dans la deuxième partie de son rapport, M. Bourgeois énumère les résultats obtenus par les divers directeurs des champs d'essais ; ces rapports sont au nombre de trente-deux ; et ce chiffre dit assez quel énorme changement s'est produit dans l'esprit des cultivateurs de quelques parties de la France ; voilà trente-deux personnes, propriétaires, fermiers, instituteurs qui ont foi dans l'expérimentation, qui ne se bornent plus à suivre les anciens errements ou les indications vagues des voisins, qui veulent voir par eux-mêmes et qui suivent jour par jour l'effet que produisent les engrais, qui constatent les qualités et les défauts de nouvelles variétés, qui par suite développent, fortifient, aiguisent l'esprit d'observation habituellement si éveillé chez les cultivateurs. C'est là ce qui frappe davantage et qui montre l'excellence de cette création des professeurs départementaux d'agriculture, qui sont comme le centre autour duquel viennent se grouper toutes les bonnes volontés ; ce que M. Garola a fait avec grand succès dans Eure-et-Loir, M. Magnien dans la Côte-d'Or, M. Bourgeois le fait également dans Meurthe-et-Moselle ; l'activité y est stimulée au reste par une excellente publication, le *Bon cultivateur*, et par l'exemple que donne un cultivateur des plus distingués, M. P. Genay, dont les lecteurs des *Annales* ont pu à diverses reprises apprécier le mérite.

P.-P. D.

Le Gérant : G. MASSON.

Paris. — Imprimerie L. MARETHEUX, 1, rue Cassette.

ESSAI

SUR

L'EMPLOI DES LEVURES SÉLECTIONNÉES

DANS LA FABRICATION DU VIN

PAR

M. F. BERTHAULT
Professeur à l'École nationale d'agriculture de Grignon.

L'emploi des levures sélectionnées a pris, depuis quelques années, une certaine extension, sans que les résultats obtenus aient permis de formuler des conclusions définitives.

Il nous a semblé intéressant, en présence de cet état de la question, d'examiner, dans des situations différentes et dans les conditions ordinaires de la vinification, les effets de ces levures.

Il est bien évident que nous n'avons pas à mettre ici en discussion les résultats de laboratoire qui ont établi d'une façon irréfutable l'action des diverses races de levures; mais nous désirons rechercher les conséquences pratiques de leur emploi et déterminer, si cela nous est possible, les conditions à réaliser pour en obtenir le meilleur résultat.

Les essais ont eu lieu, en France, dans les départements de la Gironde et du Gers, et en Algérie, dans le département d'Oran.

France. — En France, nous avons expérimenté sur des vins rouges et sur des vins blancs, avec les levures de Saint-Émilion, de Barsac et de Folle-Blanche des Charentes provenant de l'institut La Claire.

I. — Vins rouges.

Domaine de Landreau (*Gironde*). — Ce domaine est situé dans l'Entre-deux-Mers, près de Bonnetan.

Il donne des vins riches en couleur, corsés et à léger goût de cru.

La levure employée a été celle de Saint-Émilion.

Nous avons, pour augmenter l'efficacité du traitement en assurant dans la vendange la prépondérance aux levures importées, préparé un levain.

A cet effet, le 6 septembre on a récolté 150 kilos de raisin

et, après un lavage à grande eau et un égouttage d'un quart d'heure, on a écrasé le raisin, qui a donné 1 hectolitre de moût environ. Dans ce moût, on a ajouté 2 litres de levures.

La fermentation s'est manifestée dès le lendemain matin, et, le 8 septembre, à huit heures du matin, elle était tumultueuse.

On a alors choisi deux cuves de 20 hectolitres chacune, placées l'une à côté de l'autre, également éloignées des ouvertures du chai, et on les a mises en chargement. Ces cuves sont ouvertes à leur partie supérieure.

Chacune d'elles a reçu, le même jour, et dans des conditions absolument identiques, 18 hectolitres de vendange; mais dans la cuve n° 2, dont l'emplissage se faisait par couches régulières comme pour la cuve n° 1, on répartissait successivement le levain en pleine fermentation.

Dès le 9 septembre au matin, la cuve n° 2, traitée, montrait une fermentation active. Le même phénomène n'était sensible dans la cuve n° 1 que le 10.

Chaque jour on a noté, à la même heure, la température de la masse.

Le 9 septembre, la température de la cuve 1 est de 30 degrés; celle de la cuve 2, 32 degrés.

A ce moment les moûts dosent : n° 1, 9 degrés d'alcool; n° 2, 9°,2.

Le 10 septembre, la température du n° 1 est de 29 degrés; du n° 2, 30 degrés.

Le 11 septembre, la température du n° 1 est de 29 degrés; du n° 2, 29 degrés.

Le 12 septembre, la température du n° 1 est de 27 degrés; du n° 2, 27 degrés.

Le 13 septembre, la température du n° 1 est de 25 degrés; du n° 2, 25 degrés.

Le 14 septembre, la température du n° 1 est de 25 degrés; du n° 2, 25 degrés.

Le degré alcoolique du n° 1 est de 10°,2; du n° 2, 10°,2.

Le 15 septembre, la température du n° 1 est de 25 degrés; du n° 2, 25 degrés.

La décuvaison a eu lieu le 15, et chaque cuve a rendu 12 hectol. 50 de vin.

Les deux produits se ressemblent beaucoup. Leur richesse

alcoolique est la même. Comme coloration, le vin traité se montre un peu supérieur. A la dégustation, on constate un bouquet spécial dans l'échantillon soumis aux levures.

Domaine de Château-Vigneau (*Gironde*). — Ce grand domaine, à terre argileuse et argilo-siliceuse, est situé à la pointe du Médoc, à Talais, dans des alluvions riches et profondes.

Le vin y est peu coloré, léger; mais agréable et développant très rapidement son bouquet.

Les cuves expérimentées mesurent respectivement 60 et 72 hectolitres; elles sont foncées à leur partie supérieure, avec une simple ouverture carrée de 70 centimètres de côté.

Le 28 août on a préparé, comme dans le domaine de Landreau, un levain en mettant 2 litres de levure de Saint-Émilion dans 150 kilos de raisin lavé, égoutté et écrasé. Le 29, on a ajouté à ce premier levain 450 kilos de raisin bien lavé.

Le 1er septembre, on avait une masse en pleine fermentation de 600 kilos environ.

On procédait alors au chargement des cuves, qui a exigé deux jours, le 1er et le 2 septembre.

L'emplissage des deux récipients a été fait simultanément avec de la vendange provenant de la même parcelle et répartie, à l'arrivée au chai, dans chaque récipient.

La cuve n° 2, de 72 hectolitres, a reçu le levain en pleine fermentation par arrosages successifs.

Dès le 2 septembre, la fermentation était active dans la cuve d'expérience et non sensible dans la cuve témoin.

Le 3 septembre, elle était tumultueuse dans la cuve 2 et devenait sensible dans la cuve 1.

Les 4, 5, 6, 7, 8 septembre, la situation reste la même dans la cuve traitée, et dès le 5 septembre les deux cuves sont dans le même état.

A partir du 9 septembre, il y a décroissance rapide de la fermentation; mais les deux liquides sont encore sucrés; on laisse la fermentation lente achever la transformation du sucre, et le 26 septembre on décuve.

Le n° 1 donne 45 hectol. 60.

Le n° 2 donne 54 hectol. 72.

Le 5 octobre, on examine les vins; ils ont donné à l'ébullioscope exactement 11 degrés d'alcool chacun.

Le vin traité est un peu plus coloré que le témoin; le premier a un bouquet spécial.

Clos Saint-Robert (*Gironde*). — Le clos Saint-Robert est situé à Pujols. Ses vins sont très colorés; ils exigent plusieurs années de soins pour acquérir un peu de moelleux, et ils ne développent que très lentement leur bouquet. Ce sont alors d'excellents vins appréciés du commerce.

Les cuves mises en comparaison ont une contenance de 7 hectolitres chacune, elles sont ouvertes à leur partie supérieure.

Le levain a été fait le 30 septembre avec 1 litre de levure de Saint-Emilion dans 20 kilos de raisin égoutté, lavé et écrasé.

Le 2 octobre, ce levain était en fermentation tumultueuse; on a chargé les deux cuves en ensemençant la cuve n° 2 du levain préparé le 30 septembre.

La vendange était égrappée.

Nous avons constaté les mêmes phénomènes que précédemment, à savoir :

1° Fermentation immédiate, et violente au bout de vingt-quatre heures, dans la cuve traitée;

2° Fermentation lente dans la cuve non traitée et ne devenant tumultueuse qu'au cinquième jour.

Le 9 octobre on a décuvé, et le rendement a été de 3 hectol. 40 pour chaque cuve.

Le vin mis en barriques a été analysé le 12 octobre et, à ce moment, on trouve : 12°,1 pour le vin additionné de ferments étrangers, 11°,6 pour le vin non traité.

Les colorations sont identiques. Le bouquet est différent; mais les différences sont diversement appréciées par les dégustateurs.

Domaine de Saint-Go (*Gers*). — Le domaine de Saint-Go est située près d'Aignan.

Les vignes rouges sont composées du plants de bordelais conduits à taille longue.

Le sol argilo-siliceux, graveleux en certains points, est compact, imperméable, et offre de fortes pentes exposées au Midi. La maturité du raisin s'y effectue bien et le vin obtenu est corsé, très coloré. Le goût de terroir est très prononcé.

La levure de Saint-Emilion a été employée, comme dans la Gironde, à la confection d'un levain, avec les mêmes précautions.

Les deux cuves, l'une de 18 hectolitres servant de témoin, la

seconde de 25 hectolitres recevant les levures, ont été montées simultanément le 18 septembre.

Tandis que la fermentation était sensible, dix heures après le remplissage, dans la cuve n° 2, et qu'elle devenait tumultueuse au bout de deux jours, elle n'était apparente qu'au deuxième jour dans la cuve 1 et ne devenait tumultueuse qu'au quatrième jour.

Le 26 septembre, on décuvait. A ce moment, le vin n° 1 titrait 11°,1 d'alcool ; le vin n° 2, 11°,5.

II. — Vins blancs.

Pour les vins blancs comme pour les vins rouges, on a préparé un levain en recueillant le moût provenant de raisin bien lavé et égoutté et en l'ensemençant avec les ferments sélectionnés.

On a ensuite ajouté à chaque récipient recevant le moût naturel une portion du levain, et on a fait en sorte d'en mettre une quantité correspondant à 1 litre de levure achetée pour 10 hectolitres de moût.

Domaine de Harandailh (*Gironde*). — Ce petit vignoble, situé sur la commune de Blasimon, en terre argilo-calcaire très compacte, à sous-sol argileux, imperméable, donne un vin blanc fin et estimé.

Le levain préparé le 22 septembre avec de la levure de Barsac a servi à ensemencer, le 24, les barriques bordelaises remplies de moût naturel.

La fermentation a été très rapide dans les barriques traitées, plus lente dans les témoins ; le 12 novembre, elle paraissait achevée.

Les vins ont été dosés et ils ont donné 12°,2 les uns et les autres.

Domaine d'Esplavis, commune d'Eauze (*Gers*). — Le domaine d'Esplavis est situé à la limite du bas Armagnac, il confine *la Tenarèse*. Les vins blancs donnent une eau-de-vie très fine. Le cépage dominant est la Folle-Blanche ou Piquepoul du pays.

Le sol, silico-argileux, siliceux en certains points, est d'une culture facile, il appartient à l'étage géologique des sables fauves de l'Armagnac. Ce sol repose sur des masses pierreuses à ciment

calcaire, dans lesquelles on rencontre abondamment l'*Ostrea crassissima.*

Le 10 septembre, on a préparé un levain par l'ensemencement du moût de 100 kilos de raisin par 2 litres de levure de *Folle-Blanche des Charentes.*

Le 12 septembre, le liquide était en pleine fermentation. On l'a bien remué et distribué au moût naturel, réparti dans dix bordelaises, tandis que dix autres bordelaises étaient laissées sans addition.

Les vingt bordelaises étaient rangées côte à côte, de façon qu'il y eût alternativement une barrique traitée et une barrique non traitée.

La fermentation, sensible au bout de douze heures dans les moûts ensemencés, ne l'a été qu'au bout de trente-six heures dans les moûts non ensemencés.

Le 20 septembre, toute fermentation apparente cessait.

A ce moment, on a dosé 10°,3 dans les échantillons traités et 9°,4 dans les autres.

Le 25 octobre, un nouveau dosage donnait :

Pour les premiers, 10°,3.

Pour les seconds, 9°,5.

Les vins traités ont un bouquet spécial.

La distillation, faite le 25 novembre, a donné des eaux-de-vie à goût légèrement différent.

Domaine de Saint-Go. — A Saint-Go, le sol appartient à la formation lacustre de l'Armagnac.

Les vins blancs, provenant en grande partie de la Folle-Blanche, sont corsés et ont un goût de terroir assez accentué. Ils sont appréciés dans le pays comme vins de table.

Le 12 septembre, on a fait multiplier 4 litres de levure de Barsac dans 100 kilos de moût.

Le 14 septembre, on répartissait les 100 kilos de levain dans 35 hectolitres de moût naturel. Une cuve voisine de 25 hectolitres était laissée comme témoin.

Comme précédemment, on a constaté la fermentation presque immédiate du foudre traité, tandis qu'elle n'était sensible que vingt-quatre heures plus tard dans le second.

Le 22 septembre, on dosait les deux vins, qui donnaient :

Le n° 1 non traité, 10°,1 d'alcool.

Le n° 2, traité, 11 degrés d'alcool.

Le 5 novembre, un nouveau dosage donne :

Pour le n° 1, 10°,8.

Pour le n° 2, 11°,3.

Le bouquet ne peut être apprécié.

Algérie. — En Algérie, les essais ont été exécutés sur le domaine de l'Habra, près Perrégaux.

On a employé, pour les vins blancs, des levures de Sauterne, provenant de l'institut La Claire, et, pour les vins rouges, les levures de la cave expérimentale de Mascara, développées par MM. Martinaud et Riesh, à Marseille.

Comme en France, on a préparé un levain avec des raisins lavés, égouttés, pressés et égrappés.

On mettait 1 litre de levure pour 17 litres de moût.

M. Godard, directeur du domaine, a conduit les expériences avec beaucoup de soin et a procédé aux déterminations thermométriques et aux dosages en alcool.

Vins blancs.

Le système employé à la vinification des moûts blancs a été celui de la fermentation par pied de cuve.

Le chai du domaine renferme des foudres de 360 hectolitres chacun, qui communiquent tous avec une canalisation spéciale qui les relie entre eux.

On peut, par des raccords, établir la communication d'un foudre quelconque avec tout autre choisi à cet effet.

Le premier essai nous donne la mesure des variations qui peuvent se produire, quant au degré alcoolique des vins, dans des foudres traités de la même façon.

Le foudre n° 104 a servi de *foudre mère;* il a reçu, le 17 août, 300 hectolitres de moût additionné de 540 litres de levain.

Le 18 août, on a établi la communication entre le n° 104, en pleine fermentation, et le n° 98, et, après équilibre des liquides dans les deux récipients, on les a remplis de moût frais.

Le 19 août, le n° 98 a été vidé à moitié dans le n° 96, et tous deux remplis de moût frais.

Le 20 août, le n° 96 servait à l'ensemencement du 94 qui,

vingt-quatre heures après, jouait le même rôle pour le 92. L'expérience se terminait le 21, par le chargement, toujours dans les mêmes conditions, du 91.

La fermentation a duré cinq ou six jours dans chaque foudre, de sorte que les soutirages ont été faits successivement du 22 au 28 pour les divers foudres.

On voit, par le tableau I, que les variations extrêmes ont atteint 1 degré d'alcool.

TABLEAU I.

NUMÉROS et désignation des foudres.	DATES		DOSAGE D'ALCOOL		OBSERVATIONS
	de la mise en fermentation.	des soutirages.	au 19 sept.	au 9 nov.	
Foudre nº 104, foudre mère.	17 août...	22 août...	10°,2	10°,5	Levure
— 98, 1er pied....	18 — ...	23 — ...	10°	10°,5	
— 96, 2e —	19 — ...	24 — ...	11°	»	de
— 94, 3e —	20 — ...	25 — ...	11°	»	
— 92, 4e —	21 — ...	26 — ...	10°,8	»	Sauterne.
— 91, 5e —	22 — ...	28 — ...	10°,7	»	
		Moyenne..	10°,61		

Ces différences pourraient trouver leur explication dans la maturité croissante du raisin si le degré alcoolique suivait une marche régulièrement ascendante ; mais nous pensons qu'elles sont dues principalement à l'irrégularité de la distribution des cépages et à la végétation inégale des mêmes cépages, conséquences de la variabilité du sol et du sous-sol.

Pour tous les foudres, les températures de fermentation ont été absolument les mêmes et ont varié de 37 degrés au début, à 42 degrés pendant la fermentation tumultueuse et à 36 degrés après apaisement de l'ébullition.

En même temps que chaque foudre, on montait des demi-muids (récipients de 550 litres environ) de moûts traités et non traités.

C'est ainsi qu'avec le foudre 104, on mettait en expérience, le 17 août, trois demi-muids dont : un avec double dose de levain, soit 36 litres par hectolitre de moût, correspondant à 2 décilitres de levure pure ; un avec dose normale, soit 18 litres de levain par hectolitre de moût; et un sans levain.

Le 18 août, on chargeait, avec le foudre 98, un demi-muid de moût frais.

Le 19 août, on remplissait le demi-muid n° 96, correspondant au foudre du même numéro, et ainsi de suite.

Le tableau II résume les résultats obtenus.

TABLEAU II.

NUMÉROS et désignation des vases.	DATES		DOSAGE D'ALCOOL		OBSERVATIONS
	de la mise en fermentation.	des soutirages.	au 19 sept.	au 9 nov.	
Foudre n° 104, foudre mère.	17 août...	22 août...	10°,2	10°,5	Levure de Sauterne.
Demi-muid 104, double dose de levain.	17 — ...	22 — ...	10°,6	10°,6	
Demi-muid 104, dose normale de levain, ...	»	»	11°,6	12°	
Demi-muid 104, sans levure.	»	»	10°,2	10°,6	Moyenne des six demi-muids sans levure, 10°,5
— 98, — ..	18 août...	23 août...	10°,2	»	
— 96, — ..	19 — ...	24 — ...	10°,8	»	
— 94, — ..	20 — ...	25 — ...	10°,3	»	
— 92, — ..	21 — ...	26 — ...	10°,8	»	
— 91, — ..	22 — ...	28 — ...	10°,7	»	

Les températures des foudres ont passé de 37 à 42 degrés et 35 degrés.

Dans les demi-muids on a relevé au début 37 à 38 degrés; en pleine fermentation, 39 à 40 degrés; à la fin, 28 à 29 degrés.

Nous obtenons, avec les petits récipients sans levain, un vin très comparable, comme alcool, à celui provenant des foudres ensemencés : 10°,5 au lieu de 10°,61.

A ce point de vue, l'emploi de vases de petite dimension aurait compensé l'avantage que peut produire la levure dans les grands foudres.

La même conclusion découle de la comparaison du vin du foudre mère n° 104 avec les trois demi-muids mis en expérience le même jour. (Tableau II.)

Le demi-muid sans levure donne le même degré alcoolique que le foudre 104 traité, et les demi-muids traités ont un degré alcoolique très supérieur au foudre.

Les extrêmes dans le degré alcoolique ne varient, pour les demi-muids non traités, que de 0°,6 au lieu de l'écart de 1 degré,

constaté sur les foudres. Ce résultat attesterait une fermentation plus régulière dans les petits vases.

En ce qui concerne l'action spéciale des levures, les constatations faites sur les demi-muids ne sont pas démonstratives.

Si, en effet, nous voyons le demi-muid traïté avec dose normale donner un vin à 12 degrés, au lieu de 10°,5, moyenne des six demi-muids non traités, nous voyons aussi la double dose de levure ne produire qu'un vin à 10°,6.

De plus, dans les vases non traités, nous avons des vins dosant depuis 10°,2 jusqu'à 10°,8.

Dans une autre série d'expériences avec la levure de Sauterne sur moût blanc, on est parti du foudre n° 90 pour ensemencer le foudre n° 88 et, de proche en proche, les foudres n°s 86, 84 et 82. On laissait comme témoins les foudres n°s 89, 87 et 92, intercalés entre les n°s 88, 86 et 80, et chargés les mêmes jours que ces derniers.

Les résultats sont réunis dans le tableau III.

TABLEAU III.

NUMÉROS et désignation des vases.	DATES de la mise en fermentation.	DATES du soutirage.	DOSAGE D'ALCOOL au 19 septembre. Traités.	DOSAGE D'ALCOOL au 19 septembre. Témoins.	OBSERVATIONS
Foudre n° 90, foudre mère.	23 août...	29 août...	9°	»	
Demi-muid, témoin	23 — ...	29 — ...	»	10°, 8	
Foudre n° 88, 1er pied......	24 — ...	30 — ...	10°, 5	»	Levure
— 89, témoin.......	24 — ...	30 — ...	»	9°, 9	
— 86, 2e pied.......	25 — ...	15 sept...	10°, 7	»	de
— 87, témoin.......	25 — ...	14 — ...	»	10°, 7	
— 84, 3e pied.......	26 — ...	15 — ...	10°, 5	»	Sauterne.
— 82, 4e pied.......	27 — ...	8 — ...	10°, 2	»	
— 92, témoin.......	27 — ...	8 — ...	»	10°, 2	
	Moyenne..........		10°, 18	10°, 26	

C'est encore le demi-muid qui donne le vin le plus alcoolique; mais il est vrai qu'avec le foudre n° 87, la différence est insensible : 0°,1.

En ce qui concerne l'influence des ferments, elle est tout à fait nulle dans cette expérience. Les vins traités et non traités sont identiques comme aspect, et les écarts de degré alcoolique sont tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre.

Vins rouges. — Les levures de la cave expérimentale de Mascara, nos 1, 2 et 3, employées ici, ont été expérimentées dans des demi-muids.

L'expérience a été organisée le 7 septembre sur cinq récipients voisins. Le soutirage a eu lieu le 15 septembre.

				19 septembre.	3 novembre.
				—	—
La levure......	nº 1,	a donné un	vin à	10º,4	10º,75
—	nº 2,	—	—	10º,1	10º,6
—	nº 3,	—	—	9º,5	9º,75
Un demi-muid.	nº 4.	témoin	—	10º,6	10º,6
— .	nº 5,	—	—	10º,7	10º,7

L'action des levures a été nulle.

Marche des températures pendant la fermentation.

Le tableau IV met en évidence la similitude de la marche des températures dans les liquides en fermentation.

C'est le troisième ou le quatrième jour que la masse atteignait la température maxima dans les différents récipients.

La décroissance est un peu plus rapide dans les demi-muids que dans les grands foudres.

Les températures dans les demi-muids restent inférieures à celles des foudres de 360 hectolitres ; la fermentation y est meilleure, le vin plus limpide au décuvage.

L'écart des maxima est de 2 à 3 degrés des demi-muids aux foudres.

La présence de la levure sélectionnée ne modifie pas sensiblement les températures de la masse en fermentation.

En résumé, l'action des levures s'est montrée très irrégulière :

En France, sur les vins rouges :

Au domaine de Landreau (Gironde), dans des cuves de 20 hectolitres, la levure a hâté la fermentation, entraînant une surélévation de température peu durable, et sans que la teneur alcoolique du produit soit accrue. Le bouquet a été modifié ;

Au château Vigneau (Médoc), sur des cuves de 72 et 60 hectolitres, elle a hâté également la fermentation et a donné un vin plus coloré, mais de même degré alcoolique que celui du témoin.

Au clos Saint-Robert (Gironde), sur des cuves de 7 hectolitres,

TABLEAU IV.

NUMÉROS et désignation des vases.	DATES du chargement.	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	DATES du décurage.
	DATES Août et septembre.	Température du chai à 3 heures du soir.																				
		28°	28°	27°	28°	28°	28°	27°	27°	27°	28°	27°	28°	27°	27°	27°	27°	27°	27°	27°	27°	
		Température dans la masse à 3 heures du soir.																				
Foudre 86, levure Sauterne.	25 août	39°	38°	37°	36°	36°	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	..	...	...	...	...	15 septembre.
— 87, témoin	—	39°	38°	37°	36°	36°	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	. .	...	...	...	...	14 —
— 80, levure Sauterne.	28 août	40°	40°	39°	38°	38°	37°	37°	37°	36°	35°	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	9 —
— 85, témoin	—	40°	40°	39°	38°	38°	37°	37°	36°	36°	35°	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	14
Demi-muid témoin	7 septembre. . .	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	. .	37°	38°	35°	33°	30°	29°	28°	...	...	13 —
Demi-muid avec levure Mascara . .	— . .	...	...	...	...	. .	...	...	...	...	...	...	37°	39°	36°	32°	31°	29°	28°	...	...	15 —
— — . .	— . . .	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	38°	40°	36°	33°	31°	29.5	29°	...	...	15 —
Demi-muid sans levure.	— . . .	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	38°	40°	36°	33°	31°	29°	28.5	...	...	15 —
Foudre 138, avec levure	5 septembre . .	...	...	...	...	...	...	...	36°	37°	42°	41°	40°	38°	35°	35°	34°	...	. .	...	...	14 —
Demi-muid témoin	— . . .	...	...	...	...	...	...	...	34°	36°	37°	35°	30°	31°	29°	28°	...	...	...	...	...	14 —

nous obtenons, avec une fermentation plus rapide, un vin à 12°,1 au lieu de 11°,6, même coloration, bouquets différents ;

A Saint-Go (Gers), avec des cuves de 18 et 26 hectolitres, les vins sont très comparables comme coloration ; mais le vin traité dose 11°,5 contre 11°,1.

Pour les vins blancs :

A Harandailh (Gironde), dans des barriques bordelaises, le moût traité, après une fermentation plus rapide, donne un produit semblable à celui obtenu du liquide non traité et dosant, comme ce dernier, 12°,2 d'alcool.

A Esplavis (Gers), dans des barriques bordelaises, nous constatons les mêmes phénomènes que précédemment ; mais les vins traités offrent un bouquet spécial qui se retrouve dans les eaux-de-vie, et ils accusent un dosage de 10°,3 contre 9°,5.

A Saint-Go (Gers), avec une cuve de 35 hectolitres comparée à une voisine de 28 hectolitres, les levures donnent un vin à 11°,3 au lieu de 10°,8.

Les résultats sont donc irréguliers et les écarts dans la teneur alcoolique des vins n'ont pas dépassé 7 dizièmes de degré pour les vins rouges et 8 dizièmes pour les vins blancs. Encore est-il nécessaire, pour accepter ces chiffres comme définitifs, qu'ils soient confirmés par de nouveaux dosages comparatifs qui seront exécutés après soutirage de printemps.

Les seuls faits réellement acquis sont relatifs à la rapidité plus grande de la fermentation chez les moûts traités et au bouquet spécial reconnu par les dégustateurs.

Mais, dans ces ordres d'idées, nous devons dire que la fermentation moins active des vendanges non traitées est compensée par la durée du phénomène qui égalise souvent les résultats, et, quant au bouquet spécial communiqué au vin, on en apprécie très diversement les conséquences.

Il nous semble, par suite, que les levures cultivées seront surtout utiles dans les années où des périodes froides et pluvieuses contrarient les vendanges et entravent les fermentations. Nous estimons aussi qu'elles ont un rôle à jouer pour les vins neutres auxquels elles peuvent communiquer un goût agréable et un bouquet recherché.

Cette année au moins, leur emploi a été peu avantageux dans

les vignobles énumérés, et il est possible que, pour plusieurs de nos vins, les légers excédents d'alcool s'atténuent encore.

En Algérie, les résultats sont à peu près négatifs.

Sauf dans la première série d'essais où les vins traités ont un faible supplément d'alcool, *inférieur d'ailleurs aux écarts constatés sur des vins fermentés dans les mêmes conditions*, partout nous constatons des variations tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre.

Les températures de fermentation et la marche du phénomène étaient d'ailleurs absolument identiques pour les vases similaires avec ou sans levure.

Au contraire, un point se dégage nettement des essais : l'avantage des petits récipients où la température se maintient plus basse que dans les grands pendant la période de fermentation, et où le vin se clarifie plus vite.

MOYEN DE PRÉSERVER LES BOIS
DE LA VERMOULURE

PAR

M. Émile MER

On sait que les bois sont plus ou moins sujets à la vermoulure. Il est à remarquer que les essences le plus souvent attaquées par les insectes sont précisément celles qui se distinguent par un bois parfait, bien caractérisé, et dont l'aubier est très amylifère (chêne, châtaignier, orme, pin, mélèze). L'aubier seul est atteint. Aussi est-on presque toujours obligé de le supprimer ; ce qui entraîne une perte assez considérable de matière.

Il y a trois ans, j'avais remarqué que la poussière qui résulte de la perforation du bois par les vrillettes et qui consiste en débris ligneux très ténus, ne renferme plus d'amidon, même quand elle provient d'un bois où cette substance se trouvait abondamment répartie. L'amidon avait donc été consommé par les insectes. Ce fait me fit alors supposer que c'était peut-être la présence de ce corps qui les attirait et que, s'il était possible de débarrasser une

pièce de bois de son amidon, elle se trouverait indéfiniment préservée de la vermoulure.

Je venais précisément de constater que l'écorcement sur pied, trois ou quatre mois avant l'abatage, a pour résultat de faire disparaître l'amidon de toute la région décortiquée. J'avais même reconnu qu'une simple annélation de quelques centimètres de largeur suffit. L'amidon est alors résorbé dans toute la région située au-dessous de l'anneau.

J'avais donc un moyen facile de m'assurer si mon hypothèse était exacte. Des rondelles provenant les unes de chênes écorcés sur pied plusieurs mois avant l'exploitation, les autres de chênes non opérés, furent placées dans une salle voisine de la galerie des collections de l'École forestière, par conséquent dans un endroit fort exposé à l'attaque des vrillettes. Parmi celles qui devaient servir de témoins, certaines furent dépouillées de leur écorce au début de l'expérience, tandis que d'autres restaient intactes. J'empilai pêle-mêle toutes ces rondelles. En outre, douze troncs de chêne d'une quarantaine d'années, qui avaient été écorcés sur 6 mètres de longueur à la fin de mai 1890 et exploités au mois d'octobre suivant, furent transportés, peu après l'abatage, dans le même local. Parmi eux j'intercalai douze autres troncs de chêne, sensiblement de même âge et de mêmes dimensions que les premiers, ayant végété dans les mêmes conditions, mais qui n'avaient été écorcés qu'après l'exploitation. Les piles de rondelles et de troncs furent abandonnées à elles-mêmes pendant trois ans, sans être remaniées. Au bout de ce temps, j'examinai les différentes pièces et je constatai les faits suivants :

1° L'aubier des rondelles munies de leur écorce avait été très attaqué par les insectes. Le liber se trouvait entièrement corrodé et l'écorce se détachait sur presque tous les points ;

2° Dans celles dont l'écorce avait été enlevée après l'abatage, l'aubier était vermoulu, mais moins que dans les précédentes ;

3° Les rondelles des sujets écorcés sur pied étaient entièrement intactes ;

4° L'aubier des troncs de chêne écorcés après abatage était complètement vermoulu ;

5° Aucune trace de vermoulure ne se remarquait sur les troncs écorcés trois mois avant leur exploitation. Parmi ceux-ci il s'en trouvait deux sur lesquels je n'avais pratiqué qu'une annélation à

la partie supérieure. Ils avaient ensuite été écorcés après abatage. Ils furent préservés de la vermoulure comme ceux qui avaient subi une décortication complète ;

6° Quelques rondelles et troncs de charme et de peuplier tremble provenant de sujets écorcés sur pied n'avaient pas non plus été atteints. Il en était du reste de même pour leurs témoins non opérés.

Voilà donc un moyen de prévenir la vermoulure, même dans les essences qui y sont le plus exposées. Il suffit d'écorcer le tronc des arbres dans les mois de mai et de juin, soit totalement, soit seulement sous forme d'anneau, au sommet de la partie qui doit être utilisée comme bois de service, puis de les abattre à partir des mois d'octobre et de novembre suivants. L'aubier ayant perdu son amidon est délaissé par les insectes. On peut dire qu'il est devenu réfractaire à la vermoulure. C'est au moins ce qui a lieu pour des arbres de 1 mètre de tour et au-dessous. Reste à s'assurer si le même résultat peut être obtenu et dans le même temps avec des sujets plus âgés.

Les annélations n'ont pas seulement pour effet de faire disparaître l'amidon de l'aubier ; elles le font encore disparaître du liber et de l'écorce dans toute la région infra-annulaire. Il est donc probable que ces tissus se trouveraient également préservés de la vermoulure par cette opération. Toutefois je ne puis l'affirmer, mes expériences ne s'étant pas étendues à des pièces maintenues sous écorce après annélation.

Dans l'industrie du bois, on est obligé non seulement de supprimer l'aubier des troncs qu'on débite, mais encore, comme cet aubier est loin d'avoir une épaisseur uniforme dans les diverses parties d'une même pièce, on se voit fréquemment dans la nécessité d'entailler une partie plus ou moins grande du cœur. Ce fait se présente surtout dans le chêne. C'est pour éviter un semblable sacrifice que les menuisiers et les charpentiers laissent trop souvent adhérer des lambeaux d'aubier à des pièces qu'ils livrent comme étant uniquement constituées par du bois parfait. Ces lambeaux étant ultérieurement atteints par la vermoulure, les pièces se trouvent détériorées. En appliquant le procédé que je recommande, semblable inconvénient ne sera plus à craindre. On pourra conserver tout ou partie de l'aubier, sans toutefois qu'on doive regarder ce tissu comme ayant des propriétés mécaniques

égales à celles du cœur. Telle pièce de charpente qui était rebutée parce que, réduite à son duramen, elle présentait un trop faible équarrissage, pourra dorénavant être employée, puisqu'on aura la faculté de lui conserver son aubier de l'inaltérabilité duquel on sera assuré. L'industrie trouvera donc dans cette pratique une ressource incontestable. Et même si, comme je suis porté à le croire, le liber des arbres annelés est aussi préservé de la vermoulure, on pourra, quand on le jugera à propos, élever des constructions rustiques en conservant aux bois leur écorce, sans avoir à redouter de les voir hors de service à bref délai, ainsi que cela est, paraît-il, arrivé pour le chalet forestier installé au Trocadéro pendant l'Exposition de 1889. Les collections de bois, si souvent détériorées par les insectes, pourront aussi être garanties de leurs atteintes.

Il me reste à expliquer pourquoi la résorption de l'amidon est la conséquence de l'écorcement. L'amidon produit par les feuilles sous l'influence de la lumière ne peut cheminer verticalement par le bois ; cela résulte du fait qu'il disparaît de toute la région située au-dessous d'une annélation. Il ne circule dans le bois qu'horizontalement par la voie des rayons. C'est donc par le liber qu'il se rend des branches aux racines et, comme une décortication en hélice produit le même effet qu'une annélation, on est autorisé à penser que c'est par des éléments longitudinaux qu'il se transporte. Or, les tubes grillagés sont les seuls qui, dans le liber, aient à peu près cette forme. Quoi qu'il en soit, par suite de l'annélation, l'amidon provenant des feuilles a sa retraite vers la partie inférieure du tronc interceptée et s'accumule forcément dans la région supra-annulaire, la région opposée étant réduite à vivre sur la provision de matière amylacée qui s'y trouvait au moment de l'opération. Cette provision est résorbée plus ou moins vite suivant les essences, les dimensions de l'arbre et les saisons. C'est en été qu'elle est le plus rapide. Je me suis assuré en effet que des chênes écorcés au commencement de novembre, renfermaient encore passablement d'amidon au mois d'avril suivant, tandis que d'autres opérés à la fin de mai n'en contenaient plus en septembre. Que devient cet amidon ? Est-il employé à la combustion respiratoire ? émigre-t-il dans la souche ou les racines ? enfin, est-il transformé en un autre produit ternaire (sucre, huile ou tanin) ? Mes recherches m'autorisent à penser que la résorption est sur-

tout due à la première cause. Si donc un arbre se trouvait, après l'abatage, dans des conditions telles qu'il pût vivre assez longtemps pour brûler sa matière amylacée, il serait à l'abri de la vermoulure, sans qu'il fût nécessaire de le soumettre à l'écorcement. C'est ce qui arrive pour les essences à bois léger (tilleul, peuplier, sapin), lesquelles ne renfermant normalement qu'une faible quantité d'amidon, la perdent assez rapidement. C'est ce qui a lieu souvent aussi, même pour certains bois durs, tels que le charme et le hêtre qui, bien qu'étant très amylifères, se dessèchent lentement par suite de leur grande densité, et ont, par conséquent, le temps de consommer leur amidon avant de mourir. Aussi tous ces bois sont-ils rarement atteints de vermoulure.

SUR LA COMPOSITION DE QUELQUES ESPÈCES D'ALGUES ET AUTRES PLANTES MARINES DU LITTORAL DE L'ALGÉRIE

PAR

M. J.-A. MULLER

Dans les pays limitrophes de la mer, les algues sont utilisées comme engrais. Après avoir été retirées de la mer, ces algues, étalées sur la plage, sont exposées à la pluie de façon à en extraire la majeure partie des sels solubles, principalement de chlorure de sodium, dont elles sont simplement imprégnées.

Pour les terrains avoisinant la mer, l'on peut utiliser directement les algues fraîches; mais s'il s'agit de les employer dans des cultures situées à 10 ou 12 kilomètres du rivage, il est avantageux de les dessécher préalablement au soleil : les frais de transport se trouvent dans ce cas réduits de 25 à 35 p. 100 environ [1].

Au lieu d'employer les varechs en nature, on peut les brûler après le lavage par la pluie et dessiccation au soleil, soit en tas, soit dans des fours, — où ils servent alors de combustible, — et

1. D'après M. Kerjégu, le mètre cube de goémons frais pèse de 400 à 450 kilos et 250 à 300 kilos à l'état desséché (*Les Engrais*, par MM. Müntz et Girard, t. I, p. 503).

recueillir les cendres plus ou moins charbonneuses ainsi obtenues. Dans ces conditions, la combustion est toujours incomplète et les cendres recueillies sont encore azotées. Mais il est clair que la majeure partie de l'azote primitivement contenu dans les algues se perd pendant la combustion, et que les cendres d'algues ne renferment plus ces matières organiques si utiles dans les engrais où elles servent à restituer au sol l'humus que ce dernier perd continuellement, surtout par combustion lente. Quoi qu'il en soit, ces cendres sont encore employées en agriculture à cause des phosphates et des sels de potasse qu'elles contiennent ; les plantes marines, en effet, opèrent physiologiquement une concentration de l'alcali ayant le même résultat que l'évaporation de l'eau mère des marais salants.

Afin de permettre la comparaison avec mes propres analyses, je donnerai ici la composition de quelques goémons de différentes provenances, ainsi que celle des cendres de varechs ; j'extrais ces chiffres de l'excellent *Traité sur les engrais* de MM. Müntz et Girard [1].

Composition de quelques goémons desséchés d'après différents auteurs.

	Eau.	Azote.	Acide phosphorique.	Potasse.	Chaux.
Goémon en branches	»	1.75	0.44	2.15	1.93
— pulvérisé	»	1.05	0.30	3.24	2.24
Algues de la Méditerranée . .	10	0.50	0.11	0.18	»
Varechs des mers du Nord . .	15	1.40	0.40	1.60	1.70
Goémon épave	32.55	1.33	0.36	»	3.01
— de coupe	37.55	1.10	0.21	»	1.29
— séché et broyé . . .	19	1.68	0.47	4.27	»
Zostera marina	10	0.44 à 1.20	0.14	0.71	3.00
Fucus divers	15 à 20	1 à 2	»	»	»

Composition de cendres de varechs d'après M. Marchand.

	Fucus [2] siliquosus.	Fucus vesiculosus.	Fucus serratus.	Fucus [3] saccharinus.	Fucus [4] digitatus.
Potasse	15.15	6.07	7.54	7.93	6.62
Soude	15.23	19.94	27.99	23.76	25.82
Chaux	9.95	14 20	9.21	10.76	9.74
Magnésie	7.42	6.25	4.18	5.14	5.85
Chlore	32.62	25.39	26.05	28.13	32.37
Acide phosphorique .	2.90	2.17	2.32	4.20	3.05
— sulfurique . . .	17.59	25.58	18.24	19.01	12.35

1. *Les engrais*, par MM. Müntz et Girard, t. I, p. 504, et t. III, p. 96.
2. *Halydris siliquosa.*
3. *Laminaria saccharina.*
4. *Laminaria digitata.*

Il résulte des nombres consignés dans le premier de ces tableaux que les proportions d'azote, de potasse et d'acide phosphorique contenus dans les algues analysées sont fort variables. Ramenés à l'état sec absolu, les goémons séchés et broyés renferment, en effet :

Azote	2.10
Potasse	5.27
Acide phosphorique	0.58

Tandis que les algues de la Méditerranée, rapportées dans ce tableau, contiennent, dans les mêmes conditions :

	Grammes.
Azote	0.55
Potasse	0.20
Acide phosphorique	0.12

Les quantités de potasse et d'acide phosphorique contenues dans les cendres de *Fucus* varient également de 15.15 p. 100, pour l'alcali, dans *Fucus siliquosus*, à 6.07 p. 100 dans *F. vesiculosus*, et de 4.20 p. 100, pour l'acide, dans *F. saccharinus* à 2.17 p. 100 dans *F. vesiculosus*.

La variabilité de composition des algues implique la nécessité de faire, pour chaque espèce, une analyse aussi complète que possible.

J'ai donc pensé qu'un pareil travail, entrepris sur les algues les plus communes du littoral de l'Algérie, pouvait être utile à l'agriculture de ce pays.

Les plantes dont je donne plus loin la composition, ont été recueillies au cap Acrata, près Guyotville (dép. d'Alger), par M. Debray, professeur de botanique à l'École des sciences d'Alger, et moi, le 20 juin 1890.

Pendant la nuit qui suivit la cueillette, on laissa macérer ces algues dans l'eau ordinaire; elles furent ensuite exprimées et séchées, au soleil d'abord, puis à l'étuve, à 110, 115 degrés, pour déterminer l'eau retenue après la dessiccation au soleil; enfin on les mit dans des flacons [bien bouchés jusqu'au moment de l'analyse. Dans cet état, la pulvérisation des algues était facile, à l'exception de quelques espèces, telles que *Laurencia obtusa* et surtout *gracilaria armata*.

Je donnerai d'abord les résultats de mes analyses, puis j'indiquerai la méthode que j'ai suivie pour les obtenir.

Composition de quelques espèces d'algues et autres plantes marines du littoral de l'Algérie.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Eau perdue p. 100 à 110-115°, après dessiccation des plantes au soleil	20.20	19.05	12.38	14.85	12.70	9.48	7.50	11.06	11.37	20.35	13.28	»
Azote p. 100 dans les plantes séchées à 110-115°	1.83	0.63	1.64	0.90	0.75	1.31	0.51	1.63	»	1.23	1.21	0.77
Cendres p. 100 des plantes séchées à 110-115°	11.73	10.27	22.15	17.61	22.65	42.60	64.70	12.12	58.90	15.52	16.05	28.25
Poids du mètre cube de cendres, légèrement tassées, en kilos	313	»	281	612	598	»	736	»	588	795	577	»

1. Les plantes analysées sont: (A) *Posidonia caulini* (grande zostère), feuilles. — (B) *Posidonia Caulini*, rhizomes. — (C) *Zostera nana* (petite zostère), plante entière. — ALGUES VERTES. — (D) *Ulva lactuca*. — (E) *Ulva enteromorpha*. — ALGUES ROSES. — (F) *Laurencia obtusa*. — (G) *Liagora viscida*. — (H) *Gracilaria armata*. — ALGUES BRUNES. — (I) *Padina pavonia*, — (J) *Sargassum vulgare* (Sargasses). — (K) *Cystoseira sp.* — (L) *Cladostephus verticillatus*.

Au point de vue de leur utilisation comme engrais, ce sont donc la grande et la petite zostère qu'il faut classer parmi les plantes les plus riches, car elles renferment relativement beaucoup de potasse, d'acide phosphorique et d'azote.

Du reste, la grande zostère est une plante très abondante et constitue par suite un engrais à bon marché qu'on utilisera soit à l'état frais ou bien séchée au soleil, dans les cultures voisines de la mer, mais dont on pourra également employer avantageusement les cendres dans les terrains plus éloignés du rivage; dans ce cas, on emploiera soit les cendres des feuilles (riches en acide phosphorique), soit celles des rhizomes de cette plante (plus riches en potasse qu'en acide phosphorique), selon les exigences de la terre qu'on se propose d'amender.

Parmi les algues roses analysées, il n'y a que *gracilaria armata* dont la richesse en principes fertilisants soit comparable à celle de la grande ou de la petite zostère; mais cette algue est peu abondante. Enfin l'on remarquera que les algues brunes se rangent à côté des algues les moins riches en acide phosphorique et surtout en potasse.

Les algues les plus riches en chaux (à l'état de chaux caustique, de carbonate et de sulfate de chaux) sont les suivantes :

Composition centésimale des cendres des plantes précédentes.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Silice soluble	5.67	7.42	8.72	2.13	4.23	4.26	0.23	12.92	5.15	5.32	16.55	10.00
Anhydride sulfurique	5.66	9.78	9.02	34.77	28.82	8.88	7.13	21.50	4.88	17.23	14.53	21.13
Anhydride phosphorique	3.64	1.91	1.98	1.50	1.35	1.37	0.66	3.53	0.85	1.75	1.84	1.37
Anhydride carbonique	8.04	6.54	5.44	1.02	5.19	22.07	32.70	traces.	21.47	4.03	10.51	1.03
Oxyde ferrique et alumine	4.97	5.37	5.43	2.22	3.27	2.68	0.53	6.05	4.53	2.42	1.54	10.00[4]
Chaux	35.50	13.13	18.03	31.20	21.56	40.90	54.92	22.67	34.10	51.75	33.89	22.80
Magnésie	4.43	4.68	3.05	6.32	8.18	2.67	0.48	2.98	2.02	3.39	4.80	pas dosée.
Potasse	8.27	11.40	12.83	4.91	7.51	1.63	0.94	6.80	0.87	3.82	4.30	4.46
Sel marin	16.45	32.30[3]	23.85[5]	0.65	4.25	traces.	0.55	3.18	0.79	2.66	1.91	1.79
Soude	3.55	traces.	0.49	4.98	4.38	2.17	1.04	4.23	traces.	2.86	4.42	4.02
Sable	3.82	7.05	11.16	9.20	11.13	11.63	1.18	16.78	23.42	4.77	5.05	20.40
Charbon	traces.	0.42	traces.	0.13	0.13	0.21	0.28	0.39	0.23	traces.	0.63	traces.
Somme	100.00[2]	100.00	100.00	99.03	100.00	98.47	100.64	101.03	98.31	100.00	100.00	97.00
Titre alcalimétrique[1]	gr. 2.11	gr. »	gr. 0.37	gr. 0.35	gr. 0.08	gr 0.45	gr. 0.04	gr. 1.12	gr. 0.08	gr. 0.08	gr. 0.08	gr. »

1. Le titre alcalimétrique de ces cendres représente ici le poids d'acide sulfurique nécessaire à la neutralisation des alcalis caustiques et carbonatés qui y sont contenus.
2. Dans les analyses fermant à 100,00, l'anhydride carbonique est dosé par différence.
3. Dans cette analyse on a compté la totalité du sodium à l'état de chlorure.
4. Ce nombre n'est qu'approximatif.
5. Le précipité de chlorure d'argent chauffé pendant un quart d'heure dans un courant de chlore sec n'a pas varié de poids. Même remarque pour le précipité obtenu avec *Ulva enteromorpha* (E).

(F) *Laurencia obtusa*, 41 p. 100, (J) *Sargassum vulgare*, 52 p. 100 (G) *Liagora viscida*, 55 p. 100; ces algues sont du reste pauvres en principes fertilisants.

Le dernier tableau nous montre aussi que la proportion de chlore contenue dans les cendres des plantes analysées est en général très faible, excepté pour les zostéracées. De plus, la quantité de potassium de ces plantes est souvent très voisine de la quantité de sodium total, ainsi qu'on peut le voir sur le tableau suivant :

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Potassium	6.87	9.47	10.63	4.07	6.23	1.36	0.78	5.64	0.48	3.17	3.57	3.69
Sodium total	9.11	12.72	9.77	3.96	4.93	1.61	0.99	4.40	0.31	3.18	4.04	3.69

Dans les cendres des végétaux terrestres, au contraire, la quantité de potassium surpasse toujours de beaucoup, comme on le sait, celle du sodium. En outre, dans les cendres des végétaux terrestres, les proportions d'alcalis caustiques et carbonatés sont relativement considérables et leur titre alcalimétrique est élevé : ce qui n'a pas lieu pour les cendres d'algues et des plantes marines analysées.

Si l'on compare maintenant la composition des algues précédentes à celle donnée pour les « algues de la Méditerranée » et rapportée dans l'un des tableaux extraits de l'ouvrage de MM. Müntz et Girard, l'on trouve qu'aucune des algues que j'ai analysées n'est aussi pauvre en principes fertilisants. En effet, *Liagora viscida*, dont la composition se rapproche le plus de celle donnée sur le premier de ces tableaux, comme devant représenter la moyenne de la composition des algues de la Méditerranée, renferme encore quatre fois plus d'acide phosphorique et trois fois plus de potasse que ne l'indique la composition rapportée.

Comparativement aux cendres d'algues que j'ai analysées, les cendres de varechs analysées par M. Marchand sont en général aussi riches en potasse que les meilleures cendres de plantes marines de la Méditerranée, et leur teneur en acide phosphorique est en moyenne supérieure à celle de ces dernières.

Il me reste maintenant à indiquer la méthode analytique que j'ai suivie pour obtenir les résultats précédents.

1. — L'azote a été dosé par la chaux sodée sur la matière réduite en poudre très fine.

2. — Pour doser les cendres, on incinérait les algues, par très petites portions à la fois, au rouge sombre dans une grande capsule en platine. Les algues brûlent avec une flamme plus ou moins fuligineuse ; le coke qui reste après la combustion des gaz dégage, en brûlant, une odeur d'acide cyanhydrique souvent accompagnée d'une odeur ammoniacale ; avec *ulva lactuca*, j'ai aussi observé, à un certain moment, un dégagement d'anhydride sulfureux.

3. — Le poids du mètre cube de cendres, ou densité apparente, a été déterminé en mettant une quantité connue de cendres dans un tube gradué et lisant le volume occupé par ces cendres après avoir eu soin de les tasser légèrement en frappant avec le tube quelques coups secs sur une table de bois ; puis divisant le poids des cendres par le volume occupé dans ces conditions.

4. — Pour analyser les cendres, j'ai suivi une marche qui a l'inconvénient d'être un peu longue, mais qui permet d'obtenir des résultats précis.

2 à 3 grammes de cendres sont additionnés d'un peu d'eau puis d'acide chlorhydrique en évitant les pertes par projection ; le mélange est évaporé à sec, au bain-marie, pour insolubiliser la silice ; le résidu est repris par l'acide chlorhydrique étendu et l'on chauffe au bain-marie jusqu'à ce que la totalité du sulfate de chaux soit entrée en solution. La masse est alors filtrée sur un filtre en cellulose pure dans un flacon jaugé de 200 centimètres cubes et l'on complète ce volume après lavage du précipité. Ce précipité est séché à 110-115 degrés, puis détaché du filtre ; ce dernier est incinéré et le résidu ajouté au précipité principal que l'on pèse après nouvelle dessiccation. On obtient ainsi la somme du sable, du charbon non brûlé et de la silice soluble. Pour déterminer cette dernière, le précipité est mis en digestion pendant une nuit, à une douce chaleur, dans une solution assez concentrée de carbonate de soude renfermant un peu de soude caustique dans laquelle la silice se dissout : la perte de poids subie par le précipité dans ce traitement représente la qnantité de silice qu'il contenait. Finalement il suffit de calciner au rouge, après dessiccation et pesée, le nouveau résidu ainsi obtenu pour avoir la proportion de

charbon qu'il contient, le sable restant dans la capsule en platine, employée pour la calcination.

Des 200 centimètres cubes de liqueur chlorhydrique obtenus plus haut, on en prend 100 pour doser l'acide sulfurique et les alcalis ; ces 100 centimètres cubes sont additionnés d'un léger excès de chlorure de baryum, puis l'on évapore le mélange presque à sec au bain-marie de façon à chasser l'excès d'acide chlorhydrique que contient le liquide [1] ; on reprend par l'acide chlorhydrique, puis par l'eau, et, après dépôt, l'on sépare le sulfate de baryte par filtration. Le liquide filtré est additionné d'ammoniaque, de carbonate d'ammoniaque et d'un peu d'oxalate d'ammoniaque puis, après filtration, la solution est évaporée à sec au bain-marie dans une capsule assez spacieuse ; l'on transvase ensuite le résidu dans une capsule plus petite, on le sèche complètement à l'étuve et on le chauffe lentement jusqu'au rouge très sombre pour volatiliser le chlorhydrate d'ammoniaque (la capsule doit être couverte pendant cette opération). Le résidu est alors calciné, à trois ou quatre reprises, avec de l'oxalate d'ammoniaque *pur* afin de décomposer le chlorure de magnésium qu'il contient encore. Après refroidissement, l'on traite la masse par un peu d'eau bouillante et l'on sépare la partie soluble de la partie insoluble en employant le moins d'eau possible ; le liquide filtré, après neutralisation par quelques gouttes d'acide chlorhydrique (car il renferme un peu de carbonates alcalins) est évaporé à sec, puis le résidu est fondu dans la capsule même, couverte, en se servant, pour cela, de préférence d'une lampe à alcool. La masse fondue est pesée puis reprise par l'eau chaude où elle doit se dissoudre entièrement : dans ce cas elle est uniquement composée d'un mélange de chlorures de potassium et de sodium [2] qu'on sépare par le chlorure de platine. Si la masse fondue ne se dissolvait pas complètement, il faudrait évaporer la solution et calciner encore une fois le résidu avec l'oxalate d'ammoniaque, etc.

Les 100 centimètres cubes de liquide chlorhydrique restant sont neutralisés par l'ammoniaque jusqu'à formation d'un précipité persistant, puis l'on acidifie avec de l'acide acétique. Au bout de quelque temps, l'on sépare une petite quantité de phosphates de

1. Cette évaporation est nécessaire pour insolubiliser le sulfate de baryte dissous dans le liquide acide.

2. Il peut y avoir, en outre, des traces de chlorure de lithium.

fer et d'alumine qui se sont précipités et la liqueur est additionnée d'acétate de soude, puis d'oxalate d'ammoniaque en quantité suffisante. Après séparation de l'oxalate de chaux, l'on ajoute au liquide filtré la solution, dans un peu d'acide chlorhydrique, des phosphates de fer et d'alumine séparés plus haut, puis assez de liqueur molybdique pour qu'il y ait au moins 25 équivalents d'anhydride molybdique pour un équivalent présumé d'anhydride phosphorique ; on concentre fortement le mélange au bain-marie pour chasser, en majeure partie, l'excès des acides volatils ; l'on reprend par de l'eau acidulée d'acide nitrique et on laisse déposer à une douce chaleur pendant une dizaine d'heures. Le liquide clair surnageant le précipité de phosphomolybdate ne doit plus se troubler, dans ce cas, quand on le porte à l'ébullition, même après addition de liqueur molybdique. S'il se troublait, il faudrait additionner la totalité du liquide d'une nouvelle quantité de cette liqueur, faire bouillir quelques instants et laisser reposer encore le mélange pendant une dizaine d'heures. Enfin l'on sépare le phosphomolybdate et l'on dose l'acide phosphorique à l'état de pyrophosphate de magnésie.

Après la séparation de l'acide phosphorique, la solution molybdique renferme encore le fer, l'aluminium et le magnésium. Cette solution est portée à l'ébullition, puis additionnée d'un peu de chlorhydrate d'ammoniaque et d'un *léger* excès d'ammoniaque, et l'on filtre après quelque temps. Le précipité doit être redissous sur le filtre par l'acide chlorhydrique et reprécipité une seconde fois par l'ammoniaque, après addition d'un peu de chlorhydrate d'ammoniaque, car il retient toujours une certaine quantité de magnésie ; en présence d'une proportion notable de cette base, il faut même reprendre cette dernière opération, ainsi que je m'en suis assuré.

Après avoir séparé le précipité d'oxyde ferrique et d'alumine, on concentre un peu le liquide filtré et on y ajoute de l'ammoniaque et assez de phosphate d'ammoniaque pour précipiter la totalité du magnésium à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien.

5. — L'anhydride carbonique se dose à part, sur environ 0 gr. 5 de matière, à l'aide de l'appareil Geissler et Erdmann, à robinet.

6. — Enfin, pour doser le chlore et évaluer le titre alcalimé-

trique des alcalis caustiques et carbonatés contenus dans les cendres, on en épuise 1 à 2 grammes par l'eau bouillante, on fait passer un courant d'acide carbonique dans la solution pour carbonater la chaux dissoute, on évapore le liquide à sec, on reprend par l'eau bouillante et la solution filtrée est titrée à l'aide d'une liqueur d'acide sulfurique au centième. Après neutralisation, on ajoute du nitrate d'argent au liquide pour doser le chlore à l'état de chlorure d'argent.

Comme on le voit, dans la marche suivie pour analyser les cendres d'algues, on n'a employé que des méthodes classiques, méthodes que l'on a quelquefois un peu modifiées à cause de la constitution particulière de ces cendres.

En appliquant la marche qu'on vient d'indiquer pour l'analyse des cendres d'algues à l'analyse du mélange suivant[1] :

	gr.
$CaSO^4$	0.3996
$Mg^2P^2O^7$	0.2110
$FeSO^4 (AzH^4)^2 SO^4 6H^2O$	0.0603
$Al^2 (SO^4)^3 K^2SO^4 24H^2O$	0.4163

on a obtenu les résultats que voici :

	Trouvé. gr.	Calculé. gr.
K^2O	0.0411	0.0414
CaO	0.1648	0.1645
MgO	0.0774	0.0760
$Fe^2O^3 + Al^2O^3$	0.0559	0.0571
SO^3	0.4032	0.4002
P^2O^5	0.1345	0.1350

NOTICE NÉCROLOGIQUE

EDMOND FREMY

PAR

M. P.-P. DEHÉRAIN

Edmond Fremy, professeur de chimie au Muséum pendant quarante ans, directeur de ce grand établissement de 1879 à 1891, vient de s'éteindre le 2 février 1894; c'est dans son laboratoire que j'ai débuté, et je ne fais que payer une dette à la reconnais-

1. Les 200 centimètres cubes de solution chlorhydrique contenaient un poids double de ce mélange.

sance en rappelant ici l'œuvre accomplie par mon savant maître.

C'est le 1er décembre 1859, j'avais un peu plus de vingt ans, que mon ami, M. Joseph Decaisne, me conduisit chez M. Fremy, tout récemment nommé professeur au Muséum en remplacement de Gay-Lussac; le rendez-vous était à huit heures du matin. Je retrouvai M. Decaisne qui venait de succéder à Mirbel, et nous allâmes ensemble chez M. Fremy, qui occupait un des appartements de la maison de Buffon.

C'était à ce moment un homme déjà un peu fort, quoique encore très jeune, la figure ouverte, joyeuse, la vie lui avait souri. A trente-six ans il était professeur titulaire à l'Ecole polytechnique et au Muséum; il avait épousé une jeune femme charmante, la fille d'un homme très distingué, M. Boutron, qui a laissé quelques travaux intéressants.

M. Fremy m'accueillit; il fut convenu que j'entrerais immédiatement dans son laboratoire; celui-ci était une des dépendances du grand amphithéâtre. Comme on peut le voir encore aujourd'hui, le grand amphithéâtre est flanqué, sur les deux petits côtés, de deux laboratoires en rotonde : l'un était occupé par M. Chevreul dont l'aide naturaliste était M. Cloëz, l'autre par M. Fremy. Les élèves travaillaient dans une autre rotonde qui s'appuyait sur le grand côté de l'amphithéâtre opposé à la porte d'entrée principale. On devait arriver au laboratoire à huit heures du mamatin et y rester jusqu'à six heures du soir; l'habitude était d'y déjeuner; le tabac était rigoureusement interdit.

Je me trouvais là au début avec M. Delondre, aide naturaliste, et M. Terreil, premier préparateur; j'étais en second. L'année suivante, M. Delondre démissionna, M. Terreil devint aide naturaliste et je le remplaçai comme premier préparateur; nous étions employés à la préparation du cours et à des travaux, différents pour chacun de nous.

M. Terreil, qui a pris sa retraite en même temps que son maître M. Fremy, après avoir travaillé à côté de lui pendant quarante ans, était chargé des recherches sur les os; quant à moi, je fus occupé à des travaux sur la maturation des fruits qui ont peut-être décidé de la direction que j'ai prise vers la physiologie végétale et la chimie agricole.

Pendant les deux années 1851 et 1852, j'ai assisté aux leçons de M. Fremy dans le grand amphithéâtre du Muséum; il commen-

çait à huit heures et demie et, malgré cette heure matinale, avait de nombreux auditeurs. A cette époque, l'enseignement de la chimie était encore peu répandu dans les lycées et les jeunes gens qui avaient du goût pour ces études suivaient les cours de l'enseignement supérieur. M. Fremy professait debout; il avait devant lui un grand pupitre sur lequel il pouvait exécuter les réactions qui n'exigeaient pas d'appareils compliqués. La partie du pupitre tournée vers lui était coupée obliquement; il y plaçait ses notes très complètes, écrites très larges, de façon qu'il pût les consulter d'un regard rapide, les points importants étaient fortement soulignés pour appeler son attention.

On faisait encore à cette époque des leçons d'apparat, le ton était soutenu. M. Fremy y excellait; il allait jusqu'à la limite voisine de l'emphase sans y verser. Ses connaissances étaient très étendues, mais il restait toujours près de l'expérience; il n'avait aucun goût pour les généralités et je me rappelle qu'un jour, l'ayant consulté sur un point de la théorie atomique, il me releva vertement, me renvoyant aux faits, aux observations et ne voulant pas qu'on s'égarât dans des discussions qui, suivant lui, ne conduisaient à rien.

Tel il fut toute sa vie, un homme de laboratoire. Il était très habile, très adroit, suivant avec une rare sagacité la moindre piste qu'on lui indiquait; ses belles recherches sur les bases ammoniacocobaltiques en donnent une preuve très forte. Il m'avait donné à étudier des minerais de cobalt; je ne sais comment je fus conduit à traiter un des sels obtenus par de l'ammoniaque : je trouvai une matière qui dégageait un gaz quand on la traitait par l'eau; il partit de cette première observation pour exécuter un des travaux qui lui ont fait le plus d'honneur.

M. Fremy ne travaillait pas dans le même laboratoire que nous, et l'on ne devait aller le consulter que lorsqu'on était arrêté par une difficulté qu'on trouvait insurmontable. C'est alors qu'on pouvait admirer sa profonde connaissance de la chimie; en un instant, il débrouillait une réaction et indiquait comment il fallait opérer pour réussir.

M. Fremy a toujours pensé que la chimie ne s'enseignait qu'au laboratoire; il lutta pendant longtemps pour agrandir le sien, afin d'augmenter le nombre de ses élèves. Un peu avant la guerre il avait réussi à les installer dans une partie des vieux bâtiments

qui entourent la cour de la baleine, et, plus tard, il fit construire les laboratoires de la rue de Buffon, où, pendant vingt ans, de nombreux élèves se sont succédé. C'est là qu'a débuté M. Verneuil qui a collaboré aux recherches sur les rubis, et qui s'est fait connaître par de très importants travaux ; c'est là également qu'ont travaillé M. Ogier, aujourd'hui directeur du laboratoire de toxicologie de la Faculté de médecine, M. André, agrégé à l'École de médecine, le collaborateur de M. Berthelot, pour les recherches de chimie végétale, M. Ferdinand Jean, M. Henriveaux, directeur des usines de Saint-Gobain, M. Etard. M. Moissan, aujourd'hui membre de l'Académie des sciences, y a passé un semestre avant d'entrer à mon laboratoire.

Quand, récemment, ce laboratoire fut fermé après la suppression de la chaire de M. Fremy au Muséum, on reconnut bien vite que l'existence d'un laboratoire semblable à Paris était nécessaire ; celui de M. Fremy était particulièrement utile, en fournissant à toutes les industries chimiques des jeunes gens déjà au courant des manipulations, on fut obligé d'en installer un autre à l'Ecole de chimie et de physique de la ville de Paris.

Ce n'est pas le lieu, dans ce recueil, de passer en revue la longue liste de travaux et d'ouvrages qui ont placé M. Fremy au premier rang des chimistes de son temps, nous n'en pouvons relever que ceux qui ont trait à la chimie agricole, ou à la physiologie végétale, et c'est à regret que je me borne à signaler les recherches de mon maître sur l'ozone, sur les acides sulfazotés, sur l'acide fluorhydrique, etc. M. Fremy s'est longtemps occupé des fruits et c'est à lui que nous devons les connaissances encore peu étendues, il est vrai, que nous possédons sur les composés qui donnent les gelées végétales ; parmi les substances qu'il a décrites, quelques-unes, notamment l'acide métapectique, présentent des caractères définis.

Tandis que j'étais encore aide naturaliste de M. Decaisne, M. Fremy voulut s'occuper de la culture des betteraves, qui passait à cette époque par une crise à laquelle la loi de 1884, reportant l'impôt, du sucre achevé à la betterave à traiter, a mis heureusement fin. L'importance qu'a prise à Saint-Gobain, dont M. Fremy était administrateur, la fabrication des engrais, l'avait entraîné vers cette étude pour laquelle il voulut bien me demander de le seconder. De grands tonneaux furent installés dans le laboratoire du

Muséum; on les remplit d'un sol artificiel formé de matières parfaitement connues, puisqu'elles servent à Saint-Gobain soit à la fabrication des glaces, soit à celle des creusets dans lesquels le verre est fondu, puis on ajoute à ces divers sols des engrais variés. Les résultats obtenus ont été insérés dans le premier volume de ce recueil. Ce qui ressortit des analyses des betteraves obtenues dans ces conditions bien déterminées, c'est que leur richesse en sucre est en raison inverse de leur teneur en matières azotées. De très nombreuses observations recueillies, à Grignon et dans nombre de stations agronomiques, notamment par M. Pagnoul, ont confirmé nos conclusions qui montraient que les planteurs avaient fait fausse route. Ils se plaignaient amèrement, à cette époque, de la diminution de richesse des racines bien inférieure à celle que présentaient les betteraves au moment où la culture s'était établie dans la région septentrionale. A cette époque, me disait M. Fievée, un des plus grands agriculteurs du Nord, nous plantions des *bâtons de sucre d'orge*. Cette boutade m'est toujours restée dans l'esprit. Aussi, quand nous avons commencé nos recherches, M. Fremy et moi, je lui proposai de ne pas nous borner à doser le sucre dans les betteraves récoltées, mais de tourner nos investigations vers la teneur en azote. Visiblement la quantité en augmente avec l'abondance des engrais azotés, et c'est précisément parce qu'à cette époque les fumures azotées étaient devenues trop abondantes que les racines avaient perdu leur qualité.

Pendant la campagne suivante, en 1875, nous avons montré l'influence décisive qu'exerce la graine sur la qualité de la betterave. En semant dans nos sols artificiels composés de la même façon, enrichis des mêmes engrais employés en même quantité, des graines appartenant à des espèces différentes, nous avons obtenu des racines de qualités très différentes aussi. La graine fait tout, disait M. Fremy pour résumer ce travail.

A bien des reprises différentes, avec la collaboration de M. Terreil, puis celle de M. Urbain, M. Fremy s'est occupé de la composition immédiate du bois, de ce qu'il aimait à appeler le squelette des végétaux. Il y distingua plusieurs matières différentes : la cellulose, dont Payen avait fait une espèce unique, est partagée, grâce à l'emploi du réactif de Schweitzer (azotite de cuivre et d'ammoniaque), en trois variétés : la cellulose qui se dissout immédiatement dans ce réactif, la paracellulose, qui n'y devient soluble

qu'après l'action des acides, et la métacellulose qui, toujours insoluble dans la liqueur bleue de Schweitzer, se dissout, au contraire, dans les hypochlorites.

Le bois renferme en outre de la vasculose. C'est un principe infiniment plus chargé en carbone que la cellulose, qui sous l'influence des alcalis, agissant sous pression, se dissout complètement en se déshydratant et en fournissant des liqueurs noires chargées de composés ulmiques. J'ai reconnu depuis que la vasculose de la paille est plus attaquable que celle du bois et se dissout déjà dans les carbonates alcalins. M. Fremy constate enfin dans les végétaux la présence d'un principe qui forme surtout l'épiderme des feuilles et qu'il distingue sous le nom de cutose.

Ces recherches le conduisirent à l'étude de la ramie à laquelle il a consacré beaucoup de temps; il était arrivé à en tirer une fibre absolument blanche, soyeuse, d'un très bel éclat ; cependant jusqu'à présent, on n'a pas réussi à en fabriquer des étoffes présentant toutes les qualités requises pour être d'un usage journalier.

Si les recherches des principes immédiats constituant les végétaux sont ingrates, si elles laissent toujours l'esprit indécis par suite du manque de netteté des caractères qui permettent la détermination des espèces, si elles ont encore le défaut de n'être jamais que des ébauches qui seront reprises jusqu'au moment où l'emploi d'un réactif nouveau permettra d'obtenir avec ces composés des corps susceptibles d'être obtenus à l'état de pureté et régulièrement classés, elles sont cependant d'une haute utilité; elles guident les naturalistes et les industriels, et il faut être reconnaissant aux chimistes qui se dévouent à ces travaux difficiles. Ils convenaient au talent expérimental de Fremy, très habile dans l'emploi des réactifs, et très laborieux. J'ai occupé au Muséum un laboratoire voisin du sien, et, vers cinq heures et demie, quand la journée était finie, je cognais à sa porte ; il était devant sa table et, tout en parlant, il continuait à travailler, essayant une réaction, puis une autre, éclairant ainsi son sujet par de nombreux tâtonnements, il n'arrivait que lentement à l'analyse élémentaire ; on analyse toujours trop tôt, était un de ses dictons favoris.

Ses dernières années furent remplies par un travail pour lequel il s'est passionné : la production artificielle du rubis ; bien secondé

par M. Verneuil, il a réussi à obtenir des cristaux d'une admirable couleur, identiques avec les rubis naturels, mais rarement les cristaux isolés étaient de dimensions suffisantes pour constituer des pierres d'ornement.

M. Fremy était de très bon conseil; il vous faisait reprendre le sujet dès l'origine, écoutait attentivement, ne ménageait ni les critiques, ni les objections; il appuyait sur les côtés faibles de vos recherches, vous forçait à les reprendre, à compléter votre démonstration; il aimait la discussion et y excellait. Jamais je ne l'ai trouvé indifférent, vous renvoyant, comme bien d'autres, avec un compliment banal.

M. Fremy ne s'est pas borné à exposer la science dans ses leçons du Muséum et de l'Ecole polytechnique, il l'a propagée par ses ouvrages. Avec la collaboration de Pelouze il a fait paraître un *Traité de chimie* resté longtemps classique; en parcourant aujourd'hui la dernière édition, qui ne fut terminée qu'en 1865, on est frappé des progrès réalisés par la chimie organique pendant ces trente dernières années.

Plus tard, M. Fremy entreprit une œuvre immense : l'*Encyclopédie chimique*, qui comprend aujourd'hui un grand nombre de fascicules de valeur inégale. M. Fremy y associa les chimistes les plus distingués de son temps, M. Berthelot, M. Becquerel, M. Duclaux, M. Schlœsing, M. Moissan, M. Ditte, M. Ad. Carnot y ont travaillé. La dernière publication de M. Fremy fut un magnifique ouvrage : *la Synthèse du rubis*, qui n'a été tirée qu'à un petit nombre d'exemplaires.

L'influence académique de M. Fremy fut très grande; il occupait le premier fauteuil de droite, en face du bureau; il intervenait souvent dans les discussions et plus encore dans les élections. Quand le grand âge de M. Chevreul le força de résigner ses fonctions de directeur du Muséum, M. Fremy fut appelé à lui succéder. Il n'épargna pas sa peine; il allait au ministère et réussissait à obtenir ce qu'il croyait utile à la grandeur de l'établissement dont la gloire lui était chère. C'est pendant sa direction qu'eut lieu la fête mémorable du centenaire de Chevreul, et c'est M. Fremy qui sut lui donner un éclat incomparable. C'est encore sous sa direction que fut inaugurée, pendant l'exposition de 1889, la grande galerie de zoologie, qui est certainement la plus belle qui existe au monde.

M. Fremy était très serviable, il soutenait ses amis avec une adresse, une ténacité très souvent couronnées de succès; il plaidait leur cause avec une richesse d'argumentation inépuisable, ne se lassait pas et finissait par réussir. Il était en outre très hospitalier. Ses réceptions du Muséum étaient célèbres, il était très bien secondé par Mme Fremy, dont la bonté, la charité, étaient bien connues dans le pauvre quartier du Jardin des Plantes.

Puis vinrent les années tristes, et cette vie qui s'était écoulée heureuse, qui avait connu tous les succès, s'acheva misérablement : la belle intelligence de M. Fremy s'était voilée, la mémoire faisait défaut. Ses amis auraient voulu qu'il abandonnât la direction du Jardin, qui manifestement le fatiguait et dépassait ses forces; il ne sut pas s'y résoudre. En 1891 il fut mis à la retraite en même temps que M. Daubrée qui, comme lui, avait dépassé la soixante-quinzième année. M. Fremy ne s'y résigna pas : il cessa de venir à l'Académie, il cessa de voir ses amis ; sa porte fut impitoyablement fermée. En 1893, Mme Fremy, épuisée par l'âge, la fatigue que lui causaient les soins incessants qu'elle prodiguait à son mari, disparut, et M. Fremy mit une année encore pour achever de mourir.

Pendant quarante ans Fremy a occupé une des premières places dans la chimie française; il la devait surtout à l'éclat de son enseignement, au charme et à la sûreté de ses relations ; il disait lui-même qu'il était le dernier adepte de la vieille chimie, dont Scheele, Vauquelin, Chevreul, Pelouze avaient été les plus brillants représentants. La science ne s'arrête pas, sa marche est rapide, bien vite on est dépassé, et ceux qui ont déblayé le chemin sont oubliés ; l'éclat des découvertes récentes rejette dans l'ombre les travaux qui leur servent d'assises.

REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

Génie rural.

Les irrigations aux États-Unis; par M. J.-W. Powel. — Le bureau géologique des Etats-Unis d'Amérique vient de publier, sous la direction de M. Powell, son onzième rapport annuel pour l'année budgétaire 1889-1890;

1. *Eleventh annual Report of the United States geological Survey* (1889-1890). Part, II Irrigation.

un volume spécial est consacré à l'irrigation. Un premier rapport sur ce sujet paraissait l'année dernière, indiquant les origines de la question et l'état des travaux jusqu'à la fin de juin 1889.

Il existe aux États-Unis une région aride où l'on ne peut entreprendre la culture qu'à la condition d'irriguer. D'une superficie de 1,300,000 milles carrés (3,300,000 kilomètres carrés), environ le tiers de la surface totale du pays, cette région comprend les États de Montana, Idaho, Wyoming, Nevada, Utah, Colorado, Arizona, New-Mexico en entier, une partie de ceux de Washington, Orégon, Californie à l'ouest et de North Dakota, South Dakota, Nebraska, Kansas, du territoire indien, et du Texas à l'est. Une ligne tracée à peu près dans la direction nord-sud et coupant ces États sensiblement par le milieu, peut être considérée comme formant la limite orientale de la région aride. Au nord, elle touche au Canada et au sud au Mexique; elle n'est séparée de l'océan Pacifique à l'ouest que par une étroite bande de terre d'environ 150 kilomètres de large.

Une faible partie est déjà irriguée et cultivée; on a utilisé à cet effet tous les petits cours d'eau directement disponibles, au moyen de dérivations, sans construction d'aucun réservoir. Mais la surface ainsi rachetée est insignifiante, un centième de la surface totale. Un cinquième environ de la région aride est montagneux, trop accidenté ou trop élevé pour que l'on puisse songer à y cultiver; on rencontre aussi des plaines absolument plates d'où l'irrigation serait impuissante à éliminer les sels qui imprègnent le sol. De sorte qu'il reste une superficie de un million de milles carrés qui n'attend que la présence de l'eau pour devenir fertile. L'eau nécessaire est fournie par la chute annuelle, de pluie ou de neige, sur 1,300,000 milles carrés de montagnes, vallées et plaines, correspondant en moyenne à une hauteur d'eau de 38 centimètres. Si toute cette eau était envoyée sur les terrains aptes à la culture, on y disposerait d'une hauteur de 50 centimètres, près du double de la quantité nécessaire aux récoltes pendant la période de végétation active. Malheureusement beaucoup de raisons tendent à s'opposer à la complète réalisation d'un projet si désirable.

Une notable partie de l'eau tombée sous forme de neige est perdue par évaporation sans passer par l'état liquide; de même une fraction importante de l'eau de pluie est reçue par le sol et évaporée sans aider à la formation des cours d'eau, cette portion n'est utile à l'agriculture que là où se trouvent des cultures, et seulement pendant la période de végétation. Les eaux de pluie ou provenant de la fonte des neiges qui se sont réunies pour former des ruisseaux, ne sont pas toujours utilisables, le sol qui en bénéficierait peut en effet se trouver à un niveau très supérieur à celui de la rivière qui le traverse, ou même à une distance trop grande pour qu'il y ait avantage à faire des travaux d'adduction. Enfin pendant la saison favorable les cours d'eau ne fourniraient la plupart du temps qu'une quantité d'eau insuffisante, d'où la nécessité d'établir des réservoirs dont le contenu subira une forte perte par évaporation.

Dans ces conditions, il est visible qu'une faible fraction seulement de l'eau tombée peut être mise à la disposition des cultivateurs et que l'on ne doit pas s'illusionner en pensant, comme on l'a fait quelquefois, que la majeure

partie de la région aride de l'ouest peut être rachetée et rendue fertile. M. Powell, s'appuyant sur un grand nombre de données et d'observations faites depuis dix ans, est porté à croire qu'un cinquième au plus de cette région pourra être livré à la culture, même avec les travaux d'hydraulique les plus perfectionnés. Mais il est permis de penser que 15 p. 100 de la région pourraient être irrigués économiquement; la surface ainsi rachetée serait de 150,000 milles carrés (près de 400,000 kilomètres carrés), un peu supérieure à la moitié de la superficie actuellement cultivée aux États-Unis Ces terrains valent au plus 1 dollar 1/4 l'acre; irrigués, ils atteindraient facilement 30 dollars; de sorte que l'irrigation aurait pour résultat d'accroître la fortune publique de 2,880,000,000 de dollars (14 milliards de francs).

L'irrigation des régions situées aux pieds des Montagnes Rocheuses présente un intérêt capital, car les effets utiles auront leur contre-partie dans le Bas-Mississippi. En effet, en recueillant dans des réservoirs, pour les besoins des irrigations, les eaux du Missouri et de ses principaux affluents, on diminuera d'autant le débit du Bas-Mississippi dont les inondations sont d'autant plus redoutables qu'elles surviennent au moment où toutes les récoltes sont sur pied. Les inondations sont dues en grande partie à ce que le fleuve produit en temps normal un dépôt considérable, son lit s'obstrue rapidement et son cours se modifie incessamment. Or, c'est le Missouri qui fournit les éléments de ces dépôts et cela surtout à l'époque des grandes eaux. En supprimant celles-ci, les dépôts du Bas-Mississippi seraient beaucoup moins importants; de plus ceux qui existeraient pourraient être emportés par les eaux peu chargées de l'Ohio et du Haut-Mississippi; le lit du bas fleuve deviendrait ainsi plus stable et plus profond, et s'établirait à un niveau inférieur. On peut dire que pour un hectare acquis à l'agriculture dans le Montana, on rachètera un autre hectare dans la Louisiane; aux surfaces sauvées par l'irrigation dans les grandes plaines correspondront des terres enlevées aux inondations dans l'immense vallée du Bas-Mississippi.

Sur ces considérations le Congrès vota d'abord 100,000 dollars en octobre 1888, puis 250,000 en mars 1889, pour subvenir aux frais des premières études. Celles-ci commencèrent immédiatement sous la direction de M. Powell, qui chargea spécialement M. Thompson de la partie topographique, tandis que le capitaine Dutton fut mis à la tête du service hydraulique. Ce travail préliminaire est considérable; les rapports publiés rendent compte de ce qui a été fait jusqu'au mois de juin 1890, mais n'en font pas encore prévoir la fin.

Le développement de l'irrigation dépend :

1° De l'utilisation des grands cours d'eau. Ceci nécessite de gros capitaux où la réunion de plusieurs vastes exploitations agricoles, car ces rivières ne peuvent être économiquement utilisées que s'il s'agit d'irriguer de grandes étendues de terrain; c'est pour cela que ce moyen a été laissé de côté jusqu'ici ;

2° De la construction de réservoirs où s'accumulera l'eau des cours d'eau. Sur beaucoup de points des États-Unis la période de végétation active est très courte, et la plupart des travaux d'irrigation accomplis jusqu'ici n'utilisent l'eau que pendant cette saison ; le reste du temps le surplus est perdu;

cette perte est très forte au moment de la fonte des neiges. On ne peut remédier à cela que par l'aménagement de nombreux réservoirs souvent faciles à établir;

3° De la construction de réservoirs pour les eaux sauvages. En beaucoup d'endroits on ne rencontre pas de cours d'eau, mais la configuration du terrain se prête à l'établissement de réservoirs pour emmagasiner les eaux qui ruissellent au moment des orages. Ces réservoirs seront forcément de faibles dimensions, le travail sera relativement peu coûteux et pourra être abandonné dans chaque cas à une entreprise particulière ou coopérative.

4° De l'utilisation rationnelle des ruisseaux pendant la saison des irrigations; actuellement une partie de l'eau est perdue; on devra améliorer les travaux et les canaux d'irrigation.

Le service topographique fut chargé du tracé de cartes générales à l'échelle de 1 inch par mille, avec courbes de niveau suffisamment rapprochées; d'autres cartes spéciales furent faites à une plus grande échelle. Ce service indique par suite où se trouvent les réservoirs naturels, où l'on pourrait créer des réservoirs artificiels, le cours possible des canaux, et enfin quelles sont les surfaces irrigables. La fonction de ce service est de découvrir la configuration des diverses régions.

L'examen topographique d'une région étant terminé, c'est au service hydraulique à prendre la suite des travaux; ceux-ci peuvent être brièvement énumérés; ce sont des travaux de mesure :

Détermination du débit des cours d'eau à diverses époques de l'année.

Observations météorologiques, principalement la hauteur de pluie tombée.

Détermination de l'évaporation dans les régions où pourraient se trouver les réservoirs.

Avoir une idée approchée des pertes d'eau par infiltration dans les réservoirs et les canaux.

Evaluer la quantité de matières solides entraînées par les cours d'eau; en déduire le temps que les réservoirs mettraient à être remplis par les dépôts; étudier les moyens de maintenir ces réservoirs libres.

Déterminer, pour chaque sol, chaque climat et chaque espèce de culture, la hauteur d'eau à distribuer par unité de surface.

Le travail hydrographique achevé, le service des ingénieurs doit désigner :

Parmi les terres irrigables, celles que l'on devra irriguer;

Parmi les emplacements possibles pour réservoirs et canaux, les meilleurs et les plus économiques;

Les meilleures situations pour les digues et les prises d'eau des réservoirs.

Ces choix étant faits, les ingénieurs devront établir les plans exacts des travaux à exécuter et finalement leur prix de revient.

Dans le choix des terres à irriguer on devra tenir compte de la plus-value qu'éprouveront ces terrains de ce fait; et enfin, il y aura lieu d'étudier avec soin une question particulièrement délicate, celle des droits acquis. Il est en effet, à remarquer que des fermiers et des industriels sont déjà établis en différents points de la région, ils ne devront pas être lésés; beaucoup de rivières dont l'eau pourra servir à l'irrigation, traversent plusieurs États, ceux

de la partie basse protesteront naturellement lorsque leurs voisins diminueront le débit dans le haut des rivières. Des conflits plus sérieux pourraient s'élever lorsqu'il s'agira de cours d eau n'appartenant plus en entier aux Etats-Unis, mais dont une partie se trouverait au Canada ou au Mexique.

La question des réservoirs mérite que nous nous y arrêtions un instant. Les bassins choisis doivent avoir un maximum de capacité pour un minimum de frais de construction. Il est évident que ce doivent être des bassins naturels; on ne pourrait creuser des réservoirs que moyennant une dépense considérable. La plupart du temps ce seront des lacs; quelquefois, on se contentera d'établir des prises d'eau, avec vannes, etc., au-dessous de leur niveau Par exemple, le lac Takoe, d'une surface de 195 milles carrés, peut être utilisé de suite par cette méthode; en abaissant de quatre pieds son niveau pendant la saison des irrigations on pourra fournir de l'eau à 500,000 acres à raison d'une hauteur de 1 pied par acre, ce qui est largement suffisant; l'eau ainsi prise au lac lui sera restituée, et au delà, par les pluies pendant le reste de l'année. Il existe des centaines de lacs dans les mêmes conditions. Mais il y aura quelquefois lieu de tenir compte de la question d'esthétique; ainsi le niveau du lac Tahoe ne devra pas être abaissé d'une trop grande quantité pour ne pas détruire la beauté du point de vue; ce lac est un des plus beaux du monde, et aucune considération d'utilité ne pourrait justifier une atteinte à sa majesté.

Dans certains cas, il sera possible de construire des digues et d'élever le niveau du lac, et par suite d'en augmenter la capacité.

Il y aura lieu également de créer des lacs artificiels, principalement dans les régions montagneuses où l'évaporation est faible, où les eaux sont pures et les terrains de peu de valeur. Mais on devra également aménager des réservoirs dans des parties moins élevées et même dans les plaines où les moraines d'anciens glaciers pourront servir de digues.

Le rapport pour 1888-1889 contenait le résumé assez détaillé des instructions donnés aux ingénieurs en vue de ces différentes observations, ainsi que les rapports complets fournis par les chefs de service sur le travail exécuté à la fin de juin 1882. A cette époque, une surface totale de 43,500 milles carrés avait été examinée, on avait découvert l'emplacement de 127 réservoirs dont le quart avaient fait l'objet d'une étude complète.

Dans le volume pour 1889-1890, on trouve l'indication des méthodes employées pour la détermination du débit des cours d'eau, de l'évaporation, des conditions météorologiques, etc.; puis les rapports des ingénieurs. Des cartes ont été dressées représentant une surface totale de 21,000 milles carrés. On a signalé la possibilité d'établir des réservoirs en cent quatre-vingt-huit points différents situés dans les bassins de douze grandes rivières. Pour ces cours d'eau et pour leurs affluents on a déterminé le débit mois par mois. La dépense s'est élevée à près de 240,000 dollars.

On voit que le gouvernement des États-Unis n'a pas hésité à entreprendre une étude aussi vaste et aussi dispendieuse; elle est loin d'être terminée; lorsqu'elle le sera, il est probable que le Congrès américain n'hésitera pas plus à voter les fonds nécessaires à la réalisation de l'entreprise gigantesque dont on vient d'entrevoir les principales lignes.

Sur la culture des dunes en Andalousie, par M. De Llaurado. — De l'embouchure du Guadalquivir à Rota, en touchant les villes de Bonanza, San Lucar et Chipiona, s'étend le long de la côte, une bande de terre d'une largeur moyenne de 2,500 mètres, formée en grande partie de sables mouvants extrêmement fins, qui sont entraînés par le moindre souffle de vent et qui forment une chaîne de dunes désignées dans le pays sous le nom d'Algaidas ou Meganos.

Ces sables, interrompus sur quelques points par les argiles bleuâtres et le calcaire fossilifère, doivent, pour la plupart, leur origine à des dépôts post-pliocènes, charriés par le Guadalquivir. Le plus grand développement de cette région correspond à la zone de 3 kilomètres comprise entre le fort de l'Espiritu Santo et le port de Bonanza. C'est dans cet espace que s'est formée autrefois une ligne de dunes qui, poussées par les vents violents de l'ouest, menaçaient d'ensevelir une partie de la ville et avaient déjà envahi une de ses rues. On ne voyait aucun moyen d'arrêter ce fléau, et toutes les mesures de protection s'étaient montrées insuffisantes, lorsque le hasard fournit un moyen simple de fixer les sables mouvants d'une manière permanente et, en même temps, de convertir ces terrains stériles en fertiles *huertas*, qu'on désigne dans le pays sous le nom de navazos. Voici comment s'est opérée cette singulière et rapide tranformation :

En 1742, la misère, produite par une longue et extrême sécheresse, inspira à quelques paysans l'idée de mettre en culture les dunes du bord de la mer. Pour y parvenir, on commença par creuser des fossés dans les monticules de sable, et les surfaces choisies furent déblayées jusqu'à 50 centimètres au-dessus de la nappe d'eau souterraine. Le déblai, retroussé autour de la fouille, forma un rempart autour de la surface à exploiter. Au fond de l'excavation et tout autour du sol à cultiver, on creusa un fossé d'assainissement jusqu'au niveau des eaux souterraines, et, lorsque la surface était assez grande, on y joignit quelques fossés transversaux; ces mesures étaient destinées à assurer l'écoulement des eaux de pluie et de l'excès des eaux d'infiltration remontant par capillarité dans le sol. L'évacuation de ces eaux excédantes se fait dans un puisard maçonné qui, par l'intermédiaire de tuyaux en terre cuite, se déchargent directement dans la mer. Ces tuyaux sont parfois posés, sous le cordon de dunes, à 7 mètres de profondeur. Souvent, on laisse à ciel ouvert les fossés d'assainissement; d'autres fois, on les remplit de pierres cassées à arêtes vives. Une fois la caisse du navazo ouverte, le premier soin à prendre est de fixer les sables à l'entour, pour éviter le comblement de l'encaissement et des fossés qui l'assainissent. Pour cela, on plante sur la face extérieure du rempart des vignes et des arbres fruitiers, et sur la face interne, par bandes horizontales, des aloès et des roseaux. Après qu'on a achevé ces travaux de défense, on procède à la culture du fond du navazo, en variant les opérations suivant les conditions particulières où l'on se trouve. Les navazos sont répartis en trois catégories distinctes. La première comprend ceux qui subissent l'influence du flux et du reflux de l'Océan; on les désigne sous le nom de navazos à marée. La seconde catégorie comprend les navazos qui, sans être influencés par l'action de la marée, ont cependant un écoulement naturel de leurs eaux d'assainissement vers la

mer. La troisième catégorie comprend les navazos qui ne remplissent aucune de ces conditions.

Les navazos de marée sont les plus estimés. La mer, en s'élevant deux fois par jour, repousse à chaque fois la nappe souterraine, qui fournit aux racines des plantes l'humidité nécessaire, et cette circonstance est surtout favorable à l'époque des grandes chaleurs; elle permet de récolter des produits qui, dans le voisinage, ne peuvent être obtenus pendant l'été.

Pour les navazos de seconde catégorie, le niveau des eaux souterraines éprouve seulement des variations accidentelles suivant les saisons. On règle la profondeur de la surface cultivée d'après ce niveau. On n'admet dans les fossés d'assainissement des navazos de première et de seconde catégorie que 20 centimètres de profondeur d'eau; le surplus est écoulé au dehors, à la volonté du cultivateur.

Les navazos de troisième catégorie n'ont aucun moyen d'écoulement naturel. Aussi restent-ils généralement inondés après l'hiver, et la culture ne peut y être introduite avant que les eaux n'y aient été entièrement enlevées par l'évaporation.

Les labours commencent en avril ou en mai, suivant la marche de la saison. On donne d'abord à la terre un labour profond, avec une fumure copieuse d'environ 20 kilos de fumier de ferme par mètre carré. Le labour doit atteindre aux deux tiers de la profondeur du sol et doit ramener à la surface les couches humides de l'intérieur. Le terrain étant ainsi préparé, on procède à l'ensemencement ou à la plantation des plantes potagères d'après la saison. On fait subir au terrain un nouveau labour, sans nouvelle fumure, sauf lorsqu'on plante des pastèques, des melons, des citrouilles, ce qui exige alors une nouvelle dose d'engrais.

Il est assez ordinaire d'obtenir des navazos deux récoltes, une d'été ou d'automne, une d'hiver ou de printemps, et l'on s'arrange pour que chacune de ces cultures donne trois espèces de produits à débit échelonné. On plante pour cela trois espèces dont l'activité de végétation soit diverse et graduelle, de telle sorte que, quand l'une atteint sa maturité, la suivante ait déjà acquis un développement suffisamment grand. Les plantes choisies de préférence sont le maïs, les pommes de terre, la laitue, les petits pois, les oignons, les choux, les citrouilles, melons et pastèques, etc.

La végétation dans les navazos est d'une activité surprenante. La fraîcheur du terrain permet d'y récolter, même en été, des pois qui, sous ce climat, ne réussissent généralement pas au delà du printemps. L'engrais, la chaleur et l'abri y font prospérer les tomates. Tous les produits s'y font remarquer par leur qualité et leur beau développement. Le maïs y acquiert une hauteur de 3^m 1/2 entre la racine et le sommet de la fleur. On y a récolté des choux pesant 11 kilos 1/2, des pastèques de 20 kilos, des citrouilles de 45 kilos. Une surface de 25 ares de navazo, cultivée comme il vient d'être dit, fait vivre une famille et donne de l'occupation continue à deux ouvriers.

Les paysans de Chipiona et de Rota, stimulés par l'exemple de leurs voisins de San Lucar et voulant obtenir les mêmes bénéfices, ont entrepris la culture des navazos avec un succès égal. La production des navazos suffit, non seulement aux besoins des villes voisines, mais à un trafic considérable

qui se fait par le Guadalquivir et par la mer, pour Séville et pour tous les ports de la baie de Cadix.

Mais à mesure que la culture des navazos faisait des progrès, les habitants de San Lucar remarquèrent que le voyage des sables avait cessé et que le fléau de l'ensevelissement n'était plus à craindre. Le problème était résolu, et l'entreprise prit de jour en jour des proportions de plus en plus considérables. La municipalité de San Lucar et quelques propriétaires se préoccupant des intérêts du pays, imitèrent l'exemple des premiers Navaceros (on appelle ainsi les cultivateurs de navazos) et complétèrent l'œuvre de ceux-ci par d'autres moyens. Les vastes terrains de sable compris sur la rive droite du Guadalquivir, de Bonanza à Trebugéna, ont été plantés en pins pignons, lentisques, alaternes et autres essences, et cette région, autrefois stérile et qui constituait un vrai danger pour le pays, est aujourd'hui transformée d'une manière absolue et définitive.

Physiologie végétale

Contributions à la connaissance des cristaux de protéine, par M. G. Stock [1]. — Si on traite les cristalloïdes de protéine par une solution acidulée de pepsine, ils disparaissent rapidement en se dissolvant progressivement de la périphérie vers le centre: il n'y a pas, sous ce rapport, de différence essentielle entre ceux du noyau ou des plastides chromatophores et ceux qui ne sont point inclus dans ces enclaves plasmatiques du protoplasme. La solution de pancréatine additionnée de carbonate de soude les dissout également, alors que la pancréatine seule et le carbonate de soude seul sont sans action ou se bornent à produire un gonflement plus ou moins considérable.

Quels sont maintenant les fonctions physiologiqnes de ces cristalloïdes, qui, d'après l'auteur présentent dès le début la forme cristalline, contrairement à l'opinion d'après laquelle ils auraient d'abord une forme sphérique ?

L'observation a montré qu'ils disparaissent toujours avant la chute des feuilles, le plus souvent immédiatement avant la mort de ces organes. Il en est de même pour les écailles des bourgeons chez les Oléacées, dont les cellules renferment toujours des cristalloïdes inclus dans le noyau. Il est donc probable que dans ces cas les cristalloïdes de protéine jouent le rôle de matières de réserve.

La lumière ne paraît exercer aucune action appréciable sur la formation et la dissolution des cristalloïdes.

Le plus grand intérêt s'attache aux plantes cultivées dans des solutions nourricières variées. Lorsque tout d'abord on diminue ou supprime totalement l'azote assimilable dans la solution, les cristalloïdes des noyaux et des chromatophores disparaissent peu à peu; il suffit alors d'ajouter à la so-

1. Rapport de M. Pfeffer, dans : *Berichte d. K. Sachs Ges. d. Wissensch., Math.-Phys.* CL, 1891, 638.



lution nourricière de l'azote sous une forme convenable, pour les voir réapparaître.

Si, l'azote étant abondant, on diminue la dose du calcium, on obtient une accumulation considérable de cristalloïdes. En effet l'accroissement s'arrête complètement dans les solutions privées de chaux, tandis que l'albumine continue à se former.

Il est tout à fait remarquable que chez les plantes cultivées dans une solution sans chaux, les cristalloïdes se présentent même dans des endroits où ils ne se forment jamais chez les plantes normales. Ainsi, le *Veronica Chamædrys*, qui ne possède normalement des cristalloïdes que dans les noyaux des cellules, en développe également dans l'intérieur des chromatophores, lorsqu'on le cultive dans un milieu sans chaux. Normalement la *Rivina humilis* n'a également que des cristalloïdes inclus dans les noyaux; mais cultivé sans chaux, il forme de très grands cristalloïdes fusiformes indépendants et des noyaux et des chromatophores. On obtient d'ailleurs les mêmes corps en faisant flotter pendant longtemps des fragments de feuille sur des solutions fortement azotées.

Il est bien entendu que ces expériences ne réussissent pas avec toutes les plantes; les matières albuminoïdes n'en augmentent pas moins dans les chromatophores lorsqu'on fait vivre des morceaux de feuilles sur une solution très azotée; la seule différence est qu'ici les albuminoïdes ne cristallisent pas; l'auteur a observé en effet qu'il y a une grande différence entre la plante ainsi traitée et le témoin, au point de vue de l'absorption des matières colorantes, par les plastides.

Étude sur l'action des rayons ultraviolets sur la formation des fleurs, par M. R. Hegler [1]. — On se rappelle l'intéressante et singulière expérience faite, il y a quelques années, par M. Sachs, sur la floraison d'un pied de capucine à la lumière ordinaire et à la lumière privée de ses rayons ultraviolets. Derrière un écran formé par une auge en verre remplie d'une solution suffisamment concentrée de sulfate de quinine, la capucine n'a pas fleuri. Le savant professeur de Würtzbourg en conclut que les rayons chimiques obscurs sont nécessaires à la formation de la substance florigène. En effet, M. Sachs est arrivé à cette bizarre conception de substances florigènes, radicigènes, etc., qui prendraient naissance dans la plante et provoqueraient respectivement la formation de fleurs, de racines, etc.

M. de Candolle a répété cette expérience. Il a trouvé également que la capucine ne fleurit pas derrière un écran de sulfate de quinine; c'est tout au plus si on y voit apparaître quelques minuscules boutons, tandis que la floraison est très riche dans la caisse fermée en avant par une auge de verre pleine d'eau pure. Mais la différence ne se borne pas à la floraison; derrière le sulfate de quinine la plante tout entière est moins robuste et moins riche en matière sèche que le témoin.

Des expériences semblables ont été faites sur le *Lobelia Erinus*, mais cette fois on avait arrêté les rayons chimiques obscurs par une solution d'Ecouline.

1. *Cohn's Beitrage zur Biologie der Pflanzen*, VI, 1892; — *Bot. Centralbl.*, LIII, 83.

Les différences ont été moins grandes que dans le cas précédent, cependant elles étaient encore très visibles, bien que l'écran de la substance fluorescente n'eût pas entièrement empêché le développement de fleurs normales.

M. de Candolle ne pense pas que les rayons ultraviolets favorisent la formation de matières florigènes. Il ne voit dans leur action qu'un effet stimulant sur le développement général de toute la plante.

Recherches sur l'influence de la traction sur la solidité et la formation des éléments mécaniques dans la plante, par M. C. DE CANDOLLE[1]. — On peut augmenter la résistance à la traction en soumettant précisément les plantes à une traction raisonnable ; c'est ainsi que l'axe hypocotylé d'un soleil, se rompant sous la charge de 160 grammes, ayant été soumis à une traction de 150 grammes, a porté au bout de deux jours, sans se rompre, 250 grammes ; chargé ensuite de 250 grammes, il a porté le lendemain 300 grammes et au bout de quelques jours même 400 grammes.

Cet effet est obtenu par le renforcement des parois cellulaires des éléments mécaniques, et parfois de cellules qui ne jouaient auparavant aucun rôle mécanique.

En même temps la traction exercée sur la plante cause un ralentissement dans l'accroissement en longueur, fait déjà connu mais demeuré incompris jusqu'à présent. Lorsqu'on fait durer la traction plus longtemps, l'accroissement, d'abord retardé, reprend peu à peu son intensité normale et peut même la dépasser.

On voit que la traction produit deux excitations distinctes, car, malgré la corrélation qui existe entre eux, le ralentissement de l'accroissement et le renforcement des tissus mécaniques ne dépendent nullement l'un de l'autre.

On peut, en effet, d'un côté, arrêter l'accroissement, par exemple à l'aide de bandages plâtrés, sans agir sur les éléments mécaniques, et d'un autre côté, l'épaississement des éléments mécaniques ne peut être considéré comme la cause directe, mécanique du ralentissement de l'accroissement.

Il est peu probable que les phénomènes de cette nature soient généralement répandus ; il faut, au contraire, s'attendre à ne trouver une telle excitabilité que dans les cas où la modification qui en résulte est utile à l'organisme.

On comprend maintenant pourquoi, ainsi que M. Elfving l'a vu, les éléments mécaniques se renforcent seulement sur le côté convexe lorsqu'on maintient courbé un rameau quelconque ; le côté convexe est seul tendu positivement par la courbure violente. On peut obtenir des effets analogues lorsqu'on accélère l'accroissement sur un seul côté d'un organe de manière à mettre l'autre côté en tension positive. On sait, par exemple, que la courbure géotropique est le résultat d'une inégalité de l'accroissement sur les deux côtés de l'organe ; or, si l'on empêche la courbure, sans gêner l'accroissement longitudinal, l'accroissement le plus rapide produit une tension sur le côté moins favorisé et y entraîne le renforcement des éléments mécaniques.

1. *Archives des Sc. phys. et nat.*, pér. III, t. XXVIII, 1892, 265.

Si on laissait au contraire la courbure mécanique s'effectuer, aucune tension ne se produirait et il n'y aurait point de renforcement mécanique.

Une fois de plus nous voyons l'influence étrangère produire dans la plante précisément une modification telle que l'adaptement à l'influence elle-même en est le résultat. C'est ainsi que nous voyons le potiron qui grossit exercer sur son pédoncule une traction bientôt énorme, qui a pour effet d'amener le développement corrélatif et la solidification, la résistance de ce pédoncule lui-même. M. Pfeffer appelle cela l'autorégulation de l'organisme.

Ces prétendues causes finales s'expliquent par la transmission des tendances; on conçoit que dans la longue succession des descendants, les tendances non utiles aient été peu à peu éliminées; il ne reste plus que celles qui, en quelque sorte déclanchées par le milieu, font immédiatement face aux nouvelles exigences de celui-ci, et qui, du coup, adaptent, par conséquent, la plante. VESQUE.

Sur les fonctions physiologiques des sels de chaux et de magnésie dans l'organisme végétal, par M. O. LOEW [1]. — Peu de chapitres de la physiologie végétale sont encore aussi obscurs que celui du rôle des aliments minéraux; tout travail expérimental portant quelque lumière dans les questions de cette nature sera donc le bienvenu.

On sait que le calcium et le magnésium ont été reconnus comme des éléments essentiels, c'est-à-dire que sans eux la végétation n'est pas possible; on sait également que les fonctions de ces deux métaux dans l'organisme sont fort différents et qu'ils se trouvent même cantonnés dans des parties différentes de la plante : tandis que le calcium est employé surtout dans les feuilles, les sels de magnésie suivent les matières albuminoïdes et se rencontrent principalement dans les graines.

En premier lieu, la chaux a pour tâche d'insolubiliser l'acide oxalique dont les propriétés vénéneuses sont bien connues. En outre, et ceci est nouveau, une combinaison protoplasmique du calcium existe dans les grains de chlorophylle. La richesse d'une partie de la plante, en calcium s'accroît avec le nombre de ces organites; c'est pourquoi les feuilles, les parties les plus vertes, en renferment une si grande quantité. On comprend, dès lors, comment le calcium est nécessaire même à celles des plantes qui ne produisent pas d'acide oxalique.

L'auteur cite, comme une preuve de ce qu'il avance, l'action extraordinairement vénéneuse de l'oxalate neutre de potasse sur les plantes vertes, alors que le même sel n'est pas du tout vénéneux pour les champignons. De plus, les solutions de l'oxalate neutre provoquent, dans les chloroplastides, des changements très remarquables et mortels. La solution à 2 p. 100 altère, en les gonflant outre mesure, ceux du *Spirogyra majuscula*; il en est de même pour toute une série d'autres algues. Le tartrate et le sulfate de potasse ne produisent rien de semblable.

A ces faits, M. Loew joint le raisonnement suivant : on voit que l'oxalate de potasse agit d'une manière très particulière sur les grains de chloro-

1. *Flora*, 1892; *Bot. centralbl.*, LI, 152.

phylle; or, l'acide oxalique jouit de la propriété bien caractéristique de former avec la chaux une combinaison insoluble. Il y a peut-être lieu d'établir un rapprochement entre ces deux propriétés et d'admettre que l'oxalate neutre de potasse sépare le calcium de sa combinaison protoplasmique, que la gonflabilité du grain de chlorophylle ainsi modifié augmente, qu'il en résulte un changement profond dans la structure de l'organite et que l'albumine passe de l'état actif à l'état passif.

Le noyau lui-même est altéré par l'oxalate neutre de potasse. Il se contracte et se ride dans la solution à 2 p. 100, se gonfle, au contraire, dans celle à 0.5 p. 100. Tout d'abord le cytoplasme environnant ne subit aucune modification.

L'acide oxalique libre, lui-même, est extrêmement vénéneux pour le noyau, beaucoup plus que tous les autres acides organiques. Le noyau se gonfle, quelquefois, jusqu'au sextuple de son volume primitif et devient opaque dans une solution très étendue de 0,004 p. 100. Quoique le cytoplasma puisse rester en vie encore pendant quelque temps, les cellules ne se rétablissent plus dans l'eau fraîche. En général, les solutions plus concentrées de l'acide oxalique tuent rapidement les cellules sans qu'on puisse observer alors les effets caractéristiques que l'on vient de lire.

Il devient probable, d'après tout ceci, que les combinaisons du calcium jouent également un rôle important dans le noyau, que, par exemple, une combinaison de calcium avec la nucléine active constitue la charpente fondamentale du noyau. Si cela était vrai, les noyaux des champignons inférieurs devraient avoir une constitution différente, puisque les oxalates ne sont pas un poison pour eux.

Admettons donc, avec l'auteur, qu'une combinaison de calcium avec une matière protéique entre dans la constitution du noyau et du chloroplastide, nous commençons alors à comprendre comment les sels de chaux, ainsi qu'il a été démontré par Bœhm, sont d'une si grande importance pour le transport de l'amidon. Deux causes agissant isolément ou concurremment peuvent, en effet entrer en ligne de compte : premièrement, les tissus peuvent manquer de la diastase nécessaire pour la saccharification de l'amidon, ensuite ils peuvent ne pas renfermer le nombre de leucoplastides ou de chloroplastides pour retransformer le sucre en amidon dans les lieux où ce dernier devrait se déposer.

B. Hofer a démontré pour les amibes que le noyau est très important dans la formation des enzymes; il est donc probable qu'il en est de même chez les plantes et que le noyau étant insuffisamment pourvu de sels de chaux, la production de la diastase s'arrête. Lorsque la chaux manque, les plastides se développeraient mal et cesseraient de se multiplier; certains organes qui reçoivent encore du sucre ne pourraient plus alors transformer celui-ci en amidon. C'est un fait qui a été observé par v. Raumer et Kellermann sur des plants de haricot d'Espagne cultivés à l'obscurité. Les tiges étaient chargées de sucre et de corps gras, et cependant les sommités étaient privées d'amidon, que l'on n'a trouvé que dans la base.

Passons maintenant à l'histoire des sels de magnésie; tout de suite nous nous trouvons en présence de cette question : pourquoi la chaux ne peut-

elle pas remplacer la magnésie? Il est clair qu'il faut chercher la solution de ce problème dans les qualités chimiques différentes des deux séries de sels.

L'auteur a porté surtout son attention sur la facilité plus grande avec laquelle les sels de magnésie se dissocient. Comme base plus faible, la magnésie se sépare en effet beaucoup plus facilement des acides que la chaux. Cette propriété de la magnésie se fait déjà voir dans la préparation du carbonate de magnésie à l'aide du carbonate de soude et du sulfate de magnésie; il se précipite un carbonate basique de magnésie, tandis qu'une partie de l'acide carbonique se dégage; cette réaction ne se produit pas avec le sel de chaux. Le chlorure de magnésium cristallisé, $MgCl^2 + H^2O$, perd une partie de son chlore à l'état d'acide chlorhydrique par simple évaporation de la solution; il se forme un sous-chlorure basique; le chlorure de calcium ne présente rien de semblable. Chauffé en présence de la vapeur d'eau le chlorure de magnésium dégage beaucoup plus énergiquement de l'acide chlorhydrique que le chlorure de calcium. Le carbonate de magnésie se décompose plus facilement par la chaleur que le carbonate de chaux.

Cette faible propriété basique de la magnésie explique d'abord pourquoi les sels de magnésie sont si nuisibles lorsqu'on les donne à la plante à l'exclusion de tout autre aliment minéral. Les spirogyres périssent en quatre à cinq jours dans une solution à 1 p. 1000. Les racines des plantes supérieures n'y produisent plus de radicelles, les jeunes plants de haricot meurent, etc.

Admettons maintenant encore une fois que le plastide chlorophyllien comprend un squelette d'une combinaison de calcium et de plastine, corps que l'auteur considère comme une modification polymère de la nucléine, que le noyau en renferme un autre d'une combinaison de calcium et de nucléine, il est clair qu'en présence de sels de magnésie à acides forts, le magnésium doit remplacer le calcium. La constitution physique du squelette change, sa capacité pour l'eau d'imbibition se trouve modifiée, la fermeté en souffre probablement. Sans doute encore la modification de la structure est telle que de la protéine active devient passive. En réalité les symptômes de l'empoisonnement par le sulfate de magnésie sont les mêmes que ceux de l'oxalate de potasse en solution étendue, mais la marche en est moins rapide.

Les sels de chaux empêchent l'action nuisible des sels de magnésie, ou suppriment l'effet déjà produit. En revanche, dans ces circonstances, les sels de potasse ou de soude ainsi que les matières organiques restent sans effet. Seuls les sels de chaux agissent comme contre-poisons. Le magnésium qui a remplacé le calcium dans la substance du noyau et des plastides est de nouveau remplacé par le calcium.

Lorsque la plante dispose d'une quantité suffisante de sels de chaux, les sels de magnésie ne peuvent manifester que leur propriété nourrissante qui prend sa source dans la facile dissociation de ces sels, surtout du phosphate de magnésie. On comprend que ce dernier corps se forme toujours dans les mélanges compliqués que l'on donne à la plante. Le phosphate secondaire étant formé, l'assimilation de l'acide phosphorique est aussi facile que pos-

sible, car ce sel se dédouble facilement en acide phosphorique et phosphate tertiaire ; il suffit, par exemple de le faire bouillir dans un grand excès d'eau. Le développement de la plastine, de la nucléine et se la lécithine y trouve son compte.

Quant au phosphate tertiaire qui est peu soluble, il s'accumulera là où la nucléine et la lécithine prennent naissance ; voilà pourquoi la magnésie, comme l'acide phosphorique, suivent les matières albuminoïdes et s'accumulent dans les graines. Il importe de faire remarquer que ce phosphate de magnésie tertiaire peut, en présence des acides, repasser à l'état de phosphate secondaire et que celui-ci peut être de nouveau utilisé.

Dans tous les cas, ce qui vient d'être dit n'est vrai que pour les plantes vertes. Les champignons inférieurs se comportent tout autrement; pour eux les oxalates ne sont pas vénéneux, pas plus que les sels de magnésie en l'absence des sels de chaux. Cultivés dans une solution fortement acide, les moisissures se passent facilement de sels de magnésie. Cela tient probablement à ce que, dans ces conditions, ces plantes peuvent également assimiler l'acide phosphorique du phosphate de chaux. VESQUE.

Sur les places brunes et amères dans les pommes, par M. J. WORTMANN[1]. — On trouve souvent dans les pommes, de petites masses de tissus d'un brun clair ou foncé, plus ou moins nombreuses, arrondies, mesurant de 1 à 5 millimètres de diamètre, quelquefois davantage, et qui sont ordinairement logées immédiatement sous l'épiderme. Ces nids de tissus altérés renferment des substances extraordinairement amères, gâtent par conséquent la saveur du fruit et nuisent à son aspect. D'ordinaire ces taches brunes n'apparaissent que pendant ou après la maturation complète, exceptionnellement sur des fruits très volumineux encore attachés à l'arbre; il faut ajouter que certaines races de pommes sont plus exposées que d'autres et que quelques-unes restent constamment indemnes.

Sorauer, quoique ni lui-même, ni aucun observateur n'y eût jamais rencontré aucun mycélium, n'en croit pas moins que l'altération doit être attribuée à un champignon, le *Spilocæa Porni*. Or, d'après Frank, ce *Spilocæa Porni* ne serait autre chose qu'une forme particulière, croûteuse, de la rouille bien connue du pommier, le *Fusicladium dendriticum*.

L'auteur a minutieusement examiné les taches amères sans jamais trouver ni mycélium ni bactéries ; il croit donc pouvoir admettre qu'elles sont le résultat d'un phénomène physiologique. En effet, lorsqu'on coupe les pommes malades, on trouve très souvent des taches logées à une profondeur de plus d'un centimètre, tout à fait isolées ; de là elles s'étendent vers la surface et peuvent devenir confluentes pour former des parties malades plus étendues. Il a été constaté en outre que le bruissement prend naissance dans le voisinage immédiat des dernières ramifications du système libéro-ligneux, sous l'apparence d'îlots cellulaires faiblement colorés en brun, couches tout contre des vaisseaux ligneux également brunis. Il paraît

1. *Ueber die sogenannten « Stippen » der Aepfel, Thiel's landwirthsch. Jahrb.*, XXI, 1892, 663-675 ; *Bot. Centralbl.*, XIII, 200.



probable que nous avons affaire à une conséquence pathologique de la diminution et de la suppression finale de la circulation de l'eau.

Tant que le fruit est attaché à l'arbre, l'eau perdue par la transpiration est aussitôt remplacée, tandis qu'après la récolte, la transpiration continuant, quoique affaiblie, l'arrivée de l'eau est supprimée, les vaisseaux sont bientôt vidés, les cellules avoisinantes, manquant d'eau, concentrent leur suc cellulaire; dans de telles conditions, l'apparition d'accidents pathologiques n'a rien que de très naturel.

Si ce qui précède est vrai, le fruit doit être d'autant plus exposé à la maladie que sa transpiration est plus forte; sa prédisposition dépendra donc de la structure de l'épiderme.

Le contrôle était facile à faire : l'auteur a examiné un grand nombre de races diverses; il est vrai qu'il a trouvé partout l'épiderme privé de stomates et de structure ordinaire, mais cet épiderme est plus ou moins déchiré après la maturité chez certaines d'entre elles, surtout celles à gros fruits succulents. Les solutions de continuité sont bien faites pour livrer libre passage à la vapeur d'eau. Jusque-là la théorie est d'accord avec les faits. Les fruits volumineux et remplis de jus sont en réalité beaucoup plus prédisposés que les petits.

Il ne semble pas cependant que la transpiration soit seule en jeu. Une part de l'influence doit être attribuée à la qualité et aux quantités relatives des substances dissoutes dans le suc cellulaire, ainsi qu'à la résistance que le protoplasme oppose à l'action nocive du suc concentré. Il n'en est pas moins vrai que la maladie prend son origine dans cette concentration du suc cellulaire. On peut le démontrer par l'expérience très simple que voici : des pommes ayant été placées dans une solution concentrée de sel marin ou de sucre de canne, on observe toujours la formation des places amères, après un temps variable qui dépend précisément de la concentration des solutions employées.

Il est peu probable qu'on puisse jamais complètement prévenir la maladie, puisque le protoplasme y a sa part, mais on pourra en amoindrir les effets par des soins rationnels donnés aux arbres et par le traitement intelligent des fruits après la récolte.

Le Gérant : G. Masson.

Paris. — Imprimerie L. Maretheux, 1, rue Cassette.

LA VESCE VELUE

PAR

M. E. SCHRIBAUX

Directeur de la Station d'essais de semences de l'Institut agronomique.

En 1891, me basant sur des expériences personnelles poursuivies à la ferme de l'Institut agronomique, je recommandais la culture de la vesce velue, une plante alors complètement inconnue de nos agriculteurs. Deux années ont suffi pour mettre en lumière ses remarquables aptitudes et lui assurer désormais une place d'honneur parmi nos meilleures espèces fourragères. La quantité de semences livrées à l'automne de 1893 sur le marché de Paris peut être évaluée à plusieurs centaines de mille de kilos. Si l'on ajoute à ce chiffre celui des semences récoltées en France ou achetées ailleurs qu'à Paris, on voit que la nouvelle plante occupe déjà d'importantes surfaces. Quand les semences, cotées l'année dernière jusqu'à 300 francs les 100 kilos, seront offertes à un prix raisonnable, disons 30 à 40 francs les 100 kilos, la vesce velue deviendra bien vite une concurrente formidable de nos principales légumineuses annuelles, trèfle incarnat, vesce commune, jarosse, etc.

Quelle est l'origine de la vesce velue; quelles sont les qualités quilla désignent à l'attention des agriculteurs? Telles sont les questions auxquelles je voudrais répondre dans cette note.

I

De Candolle prétend que la vesce velue est originaire de l'Allemagne et de la Hongrie; elle est très rare en France, sauf dans l'Est, où on la rencontre dans les moissons, associée aux nombreuses vesces sauvages que les agriculteurs désignent sous le nom de « vescerons »; en Allemagne, elle foisonne parfois dans les seigles d'hiver établis en terre riche, au point d'en compromettre la réussite.

A quelle époque a-t-on commencé à cultiver la vesce velue? Werner, un auteur qui fait justement autorité en matière de plantes fourragères, déclare[1] qu'elle est utilisée comme vesce

1. *Handbuch des Futterbaues*, p. 433.



d'hiver dans le nord de l'Écosse sous le nom de grande vesce de Russie (*large russian Vetch*). Ce n'est pas l'avis de M. Jamieson, professeur à l'Université d'Aberdeen, qui m'a affirmé, au contraire, n'avoir jamais rencontré la vesce velue dans les cultures du Royaume-Uni. Il est curieux de constater que les auteurs français qui mentionnent cette plante, sans rien dire d'ailleurs de sa valeur agricole, lui donnent également le nom de *Vesce de Russie*. Admirablement adaptée au climat extrême de ce grand pays, la vesce velue y est-elle cultivée de longue date? L'a-t-on importée d'Allemagne? C'est ce que nous n'avons pu établir. En Allemagne, elle a été étudiée d'abord et propagée par un agriculteur des environs de Magdebourg, M. A. Jordan de Schermen. C'est d'un champ de seigle où elle poussait à l'état sauvage, qu'il tira les premières semences. Cultivée d'abord comme vesce de printemps, puis comme vesce d'hiver, elle l'emporta régulièrement sur du lupin semé en comparaison. Fort satisfait de ses essais, Jordan en fit part en 1881 à Julius Kühn, qui recommanda aussitôt la culture de la vesce velue aux agriculteurs allemands. Le moment était favorable pour lancer la nouvelle plante. Ceux qui ont suivi le développement de l'agriculture allemande au cours des cinquante dernières années, savent le rôle considérable qu'a joué le lupin, « la plante d'or des landes », dans la transformation agricole de cet immense lai de mer, formé de terres sablonneuses, qui s'étend presque sans interruption depuis la Russie jusqu'à la Hollande. Le lupin y périclite aujourd'hui malgré l'application d'engrais appropriés; on lui reproche en outre de déterminer, chez les animaux qui s'en nourrissent, une terrible maladie connue sous le nom de *lupinose*. Inconnue avant 1872, elle a décimé depuis les troupeaux de la plupart des fermes à lupin, sans qu'on puisse en prévenir les ravages.

La nouvelle légumineuse préconisée par Kühn possède toutes les qualités du lupin sans en avoir les défauts; comme celui-ci, elle emprunte à l'air la plus grande partie de son azote et constitue, par conséquent, un excellent engrais vert; elle s'accommode également des terres les plus pauvres et résiste aux plus fortes sécheresses. Plus productive que le lupin, elle a, en outre, sur celui-ci l'avantage de livrer un fourrage absolument inoffensif et de braver les hivers les plus rigoureux.

On s'explique aisément la faveur croissante de la vesce velue

dans les terres de l'Allemagne du Nord où jusqu'alors le lupin régnait sans partage.

C'est d'Allemagne que j'ai tiré les semences qui ont servi à ma première expérience de 1890 à 1891. Antérieurement à cette date, le *Bulletin de la Société nationale d'agriculture*, les principaux journaux agricoles sont muets à l'égard de la vesce velue. Il est vraisemblable d'admettre que, jusqu'à cette époque, elle n'avait pas été cultivée en France.

Avant de passer en revue les observations auxquelles elle a donné lieu, tant à la ferme de l'Institut agronomique à Joinville-le-Pont, que sur d'autres exploitations réparties un peu sur tous les points de notre territoire, je voudrais relever, parmi les caractères botaniques de la vesce velue, ceux qui présentent un intérêt pratique.

II

La vesce velue, *Vicia villosa* (Roth.), ou *Cracca villosa* (Godr. et Gren.) des botanistes, est une légumineuse annuelle ou bisannuelle. A Joinville, je suis parvenu à la faire durer trois ans, en prenant le soin de la couper toujours avant la floraison.

Je n'oserais pas conclure de cette expérience à la durée indéfinie de la vesce velue ; en ce moment, je recherche si cette longévité exceptionnelle constitue un caractère spécifique au moins pour quelques individus, ou s'il ne faut pas l'attribuer à la levée tardive de graines « dures », c'est-à-dire de graines dont le tégument est plus ou moins imperméable à l'eau.

La racine de la vesce velue possède un long pivot qui, dans les terres légères de Joinville, pénètre à plus d'un mètre de profondeur. En déracinant la plante avec soin, suivant la méthode pratiquée par M. Aimé Girard dans ses intéressantes recherches sur la betterave à sucre, on constate que les racines secondaires sont localisées au voisinage du sol, sur une longueur de 10 centimètres environ à partir du collet; au delà, elles deviennent extrêmement rares. Ces caractères du système radiculaire permettent de préjuger les aptitudes de la vesce velue ; son long pivot, une fois constitué, soutire l'eau des couches profondes et lui permet de résister à la sécheresse. Sa nourriture, elle l'emprunte aux couches les plus superficielles, ce qui fait qu'elle prospère même dans les sols manquant de profondeur.

Au moment de la floraison, les tiges mesurent, dans les terres fertiles, jusqu'à 2 mètres de longueur, chiffre qui témoigne de la haute productivité de la vesce velue ; elles sont anguleuses, très rameuses, tombantes ; aussi, doit-on associer les légumineuses à une céréale, de préférence au seigle ou au blé qui servent de tuteur.

Les fleurs sont réunies en longues grappes d'une belle nuance violette, les inférieures sont déjà flétries lorsque les supérieures s'ouvrent ; de là, inégalité dans la maturité des graines ; celles-ci, de couleur brun foncé, globuleuses, de 3 millimètres environ de diamètre, ressemblent à du plomb de chasse. Ce caractère mérite d'être retenu par les cultivateurs auxquels on livre fréquemment pour de la vesce velue des vesces sauvages qui empoisonnent leurs terres, ou des vesces communes de petit calibre. La plante est tout hérissée de poils étalés auxquels elle est redevable de son nom spécifique.

Déjà, elle s'est modifiée sous l'influence de la culture, les feuilles sont plus étoffées, les gousses sont plus allongées et mieux garnies, les semences germent plus facilement et plus régulièrement que celles de la vesce sauvage ; les poils sont moins abondants ; peut-être parviendra-t-on, par sélection, à créer une variété qui en soit plus ou moins dépourvue.

Borbas a recommandé, d'ailleurs sans succès, de substituer à la vesce velue ordinaire une sous-variété dépourvue de poils, désignée par les botanistes sous le nom de *Vicia glabrescens*. Quoique couverte de poils, la vesce velue est très bien acceptée par les animaux. Si quelques-uns hésitent d'abord avant d'y toucher, il suffit de la leur présenter à l'exclusion de tout autre fourrage pour vaincre leur résistance et la leur faire accepter ensuite sans difficulté.

III

Trois circonstances principales rendent la vesce velue particulièrement intéressante : 1° sa précocité, 2° une résistance exceptionnelle au froid et à la sécheresse, 3° la faculté de réussir dans les terres les plus médiocres.

1. — Semée à l'automne, la vesce velue commence par développer son système radiculaire ; à peine produit-elle quelques feuilles qui s'appliquent sur le sol comme pour se soustraire à l'influence du froid, alors que dans les mêmes conditions, la vesce d'hiver

s'élève à 10 et 20 centimètres de hauteur; l'observation de ce fait ne laisse pas que d'inquiéter les cultivateurs qui font de la vesce velue pour la première fois.

Dès les premiers beaux jours, elle sort de son état de torpeur et dépasse bientôt toutes les autres légumineuses. Sous le climat de Paris, on la coupe dans la première quinzaine d'avril, à peu près en même temps que le seigle, quinze jours environ avant le trèfle incarnat; c'est là un avantage qu'apprécieront les nourrisseurs de tous les points de la France. En prenant le soin de la faucher avant la floraison, elle livre encore une seconde coupe.

Si la vesce doit servir d'engrais vert, on a encore le temps, après l'enfouissement de la première coupe, de faire des betteraves et des pommes de terre.

2. — Grâce à la douceur de son climat, le Midi peut compter sur la réussite des légumineuses fourragères semées à l'automne; déjà, sous le climat de Paris, elles gèlent fréquemment; dans l'Est, dans le plateau central, aux altitudes élevées des différentes régions de la France, il faut renoncer à les cultiver. La vesce velue, au contraire, s'est montrée insensible aux froids les plus rigoureux; après l'hiver de 1891-1892, qui a détruit le trèfle incarnat et les vesces jusque dans le Midi, j'ai récolté, à la ferme de Joinville-le-Pont, dans de mauvaises terres siliceuses, 26,500 kilos de vesce velue à l'hectare. En 1892-1893, elle a supporté des froids de 27 degrés chez M. Palluat de Besset, dans la Haute-Loire. Chez M. Genin, dans l'Isère, le thermomètre s'est maintenu à — 26 degrés sans lui causer aucun dommage. Enfin, un agriculteur lorrain, M. Porel, à Montcourt, m'écrivait que dans une terre hnmide, l'hiver a détruit le seigle et respecté la vesce velue à laquelle il était mélangé. Les rares mécomptes signalés par les nombreux agriculteurs qui m'ont fait part de leurs observations, doivent être attribués à l'emploi de mauvaises semences, ou au développement excessif de la plante avant l'hiver. Dans ce dernier cas, il suffit de la faucher vers le milieu d'octobre pour la préserver des atteintes du froid.

Une fois établie dans le sol, la vesce velue supporte aussi bien la sécheresse que les basses températures. En 1893, dans une mauvaise terre à seigle, j'ai récolté le 7 avril 15,000 kilos de fourrage vert à l'hectare; malgré la sécheresse persistante, la plante a repoussé et produit des graines. Du trèfle incarnat, semé

en comparaison, atteignit à peine 10 centimètres de hauteur et sécha sur pied. La même année, dans une très bonne terre, M. Bichier, agriculteur au Chesnay, près de Versailles, obtenait d'une première coupe, effectuée du 25 mars au 15 avril, 20 à 25,000 kilos de fourrage vert ; le 8 juin, une seconde coupe livrait 40,000 kilos, soit, en tout, 60 à 65,000 kilos.

On a mené grand bruit, l'année dernière, autour de plantes soi-disant résistantes à la sécheresse ; parmi ces nouveautés, la vesce velue est la seule qui, jusqu'alors, ait fait honneur à sa réputation.

Sa rusticité permet de la semer à toutes les époques de l'année ; les semis d'automne, dont la période végétative est la plus longue, sont évidemment ceux qui produisent le plus de fourrage. Semée au printemps, la vesce velue mûrit ses semences à temps pour les semailles d'automne ; j'en ai fait en juillet ; coupée en octobre, elle a repoussé après l'hiver se comportant exactement comme le seigle de la Saint-Jean. A l'hectare, on répand 80 kilos environ de vesce mélangée à 40 kilos de seigle ou de blé.

3. — Un autre mérite de la vesce velue, c'est de réussir dans les plus mauvaises terres. Au champ d'expériences de la Station d'essais de semences, elle a été cultivée dans des terres rapportées de différentes natures reposant sur un sous-sol perméable ; celles-ci se trouvent dans la condition de terres parfaitement drainées.

En voici la nature et la composition :

DÉSIGNATION DES TERRES	Chaux p. 1000.	Magnésie p. 1000.	Azote p. 1000.	Acide phosphorique p. 1000.	Potasse p. 1000.	OBSERVATIONS
Terre siliceuse des Landes du domaine de M. Chambrelent	1.78	2.73	0.39	0.10	0.37	Analyses de M. Hitier.
Terre argileuse des Dombes du domaine de M. de Monicault	6.72	2.77	0.56	0.68	0.84	
Terre argileuse du Gault	2.83	2.70	1.54	0.38	4.42	Analyses de M. Aubin.
Terre granitique du Limousin	6.19	2.50	0.74	0.89	3.91	
Terre calcaire de Champagne	271.46	0.90	2.46	1.52	1.93	

A l'examen des chiffres du tableau précédent, on voit qu'il s'agit de terres médiocres; seule, la terre de Champagne fait exception.

On a appliqué par hectare :

Phosphate précipité	450	kilos.
Chlorure de potassium	200	—
Plâtre	450	—

Semée le 28 juin 1892, la vesce velue a été fauchée le 23 août. Voici les rendements obtenus par hectare :

Terre granitique du Limousin	16.150	kilos.
Terre argileuse du Gault	14.500	—
Terre argileuse des Dombes	8.450	—
Terre siliceuse des Landes	6.920	—
Terre calcaire de Champagne	5.800	—

Après la récolte, on a semé, à nouveau, de la vesce velue dans les mêmes terres, mais sans apport d'engrais.

Le 14 avril 1893, on a récolté à l'hectare :

Terre argileuse des Dombes	20.400	kilos.
Terre argileuse du Gault	15.280	—
Terre granitique du Limousin	14.000	—
Terre siliceuse des Landes	4.400	—
Terre calcaire de Champagne	2.000	—

Dans les trois premières natures de terre, la vesce velue réussit admirablement. Si, en 1892, la récolte fut médiocre en terre des Dombes, c'est qu'au moment des semailles, il fut impossible d'ameublir le sol convenablement. Brûlée par le soleil, la terre retournée formait de grosses mottes presque irréductibles.

La terre des Landes, si pauvre en éléments fertilisants, a produit très peu en 1892 et en 1893. Sans la sécheresse prolongée dont la plante a souffert, les résultats obtenus eussent été bien meilleurs. Faut-il rappeler qu'en Allemagne, c'est principalement dans des terres ressemblant à celles des Landes qu'on cultive la vesce velue à laquelle on donne le nom significatif de *Sandwicke* », vesce des sables?

Dans la terre calcaire de Champagne, la sécheresse a également nui à la légumineuse. De plus, le foisonnement du sol provoqué par le froid, a détruit un certain nombre de pieds. Je crois que

l'influence de la chaux en excès est surtout défavorable à la vesce velue. Dès la levée, les plantes présentaient une teinte jaunâtre, et cet aspect maladif a persisté jusqu'à la fin de la végétation. Les renseignements qui m'ont été fournis par les cultivateurs sont complètement d'accord avec ceux que je viens de présenter. Dans des terres de landes du Finistère, terres granitiques très légères, très pauvres en chaux et en acide phosphorique, M. C. Belbéoch, à Kervern, a récolté, le 8 avril dernier, 20,000 kilos à l'hectare. Le 1er mai de la même année, M. Flahaux, à Camelin (Aisne), accuse un rendement de 25,000 kilos en terre siliceuse sèche. M. Bredin, à Saint-André-le-Bouchoux (Ain), qui n'a pas ensemencé moins de 100 hectares de terre des Dombes, a obtenu en moyenne 18,000 kilos. En ajoutant par hectare 300 kilos de chlorure de potassium et 1,500 kilos de scories, la production a plus que doublé; elle est montée à 40,000 kilos.

Dans une autre de ses propriétés, à Beaumont (Aube), où le sol renferme environ 16 p. 100 de chaux, M. Bredin a semé en août 1892, 4 hectares de vesce velue, qui ont produit en tout 56,800 kilos, soit 14,200 kilos à l'hectare; dans les mêmes terres, des vesces d'été, de la luzerne, du trèfle ont produit respectivement 2,315, 2,400 et 800 kilos. Sur d'autres points, en Vendée, dans la Haute-Marne, la vesce velue n'a pas réussi en terres calcaires; dans les sols de cette nature, il sera prudent de se livrer à des essais préalables avant de la cultiver sur de grandes surfaces.

Dans les Dombes, où l'humidité du sol oblige à cultiver en billons étroits, nous avons vu que la vesce velue pousse admirablement. Chez M. Bredin, 10 hectares sont restés sous la glace pendant plusieurs semaines : on y a récolté 14,000 kilos, soit 4,000 kilos de moins que dans les terres qui n'ont pas été noyées. M. Bredin, qui a essayé un grand nombre d'espèces fourragères, déclare que la vesce velue est la seule qui résiste à l'hiver dans les terres humides des Dombes. « Si les semences coûtaient moins cher, m'écrivait récemment M. Girod, secrétaire du Syndicat de Bourg (Ain), *tous* nos adhérents en auraient acheté l'automne dernier. »

IV

La vesce velue produit un fourrage excellent. Voici l'analyse d'un échantillon récolté à Joinville au moment de la floraison, analyse effectuée par M. Coudon, de l'Institut agronomique :

Matières azotées.	22.78	p. 100.
Matières grasses	2.61	—
Extractifs non azotés	39.03	—
Cellulose	23.25	—

On appréciera mieux la haute valeur alimentaire de la vesce velue en rapprochant ces chiffres de ceux que donne Wolff pour nos principales légumineuses fourragères :

	Trèfle incarnat.	Vesce commune.	Trèfle des prés.
Matières azotées.	12.2	14.2	12.3
Matières grasses.	3 »	2.5	2.2
Extractifs non azotés	32.6	32.8	38.2

Ce rapprochement est surtout intéressant en ce qui concerne le trèfle incarnat et la vesce commune, les deux plantes avec lesquelles la vesce velue se trouvera désormais en concurrence. Plus nutritive que celles-ci, la vesce velue leur est, en outre, supérieure par sa précocité et sa rusticité ; il est à prévoir que la lutte se terminera à son avantage et que nous verrons bientôt le trèfle incarnat et la vesce commune, soit d'hiver, soit de printemps, déchoir du rang qu'ils occupaient jusqu'à présent.

Chez M. Bredin, la vesce velue forme actuellement la base de l'alimentation du bétail. Etant donnée l'étendue considérable qu'il lui consacre, une faible partie seulement est consommée en vert, le reste est entassé en meules établies à l'air libre, de 20 mètres de long, 5 mètres de large et 5 mètres de hauteur[1].

Au lieu de recourir à des systèmes de serrage plus ou moins onéreux, M. Bredin comprime simplement le fourrage avec des pierres siliceuses formées de galets roulés de quartzite, très abondants dans cette partie des Dombes. Aux angles, on réalise un supplément de charge au moyen de caisses remplies de cailloux. Sur les bords, des planches clouées à angle droit formant un léger relèvement, empêchent les pierres de tomber.

1. Grandvoinnet. *Bulletin du Comice de Bourg*, août et septembre 1893.

Cet hiver, M. Bredin a engraissé 150 bœufs qui recevaient par tête et par jour environ 20 kilos de vesce ensilée et 15 kilos de pommes de terre. Avec ces deux aliments, l'un très protéique, l'autre riche en hydrates de carbone, on réalise une ration qui pousse rapidement à l'engraissement sans qu'il soit nécessaire d'y ajouter des aliments concentrés.

V

Deux agriculteurs seulement ont, à ma connaissance, utilisé la vesce velue comme engrais vert : M. Delmotte, à Masnières (Nord), a fait, en 1893, 2 hectares 1/2 de betteraves à sucre sur vesce velue enfouie en avril avec un complément de 25,000 kilos de fumier de ferme et 500 kilos de phosphates ; il a récolté par hectare 38,023 kilos de racines à 7,5 de densité.

M. Bredin, aux expériences duquel il nous faut toujours revenir, sème la vesce à l'automne, ensile la première coupe et enfouit souvent la seconde. Un mélange de trois variétés de blé (blé bleu, blé de Bordeaux, blé de pays), semé sur vesce velue, a produit l'année dernière 3,575 kilos de grains à l'hectare, alors que les plus belles récoltes du pays ont donné 1,800 kilos. Il ne peut y avoir d'erreur dans ces estimations, car chez M. Bredin, les récoltes sont soigneusement pesées.

M. Dehérain a signalé bien souvent dans les *Annales* l'intérêt considérable que présentent les cultures intercalaires, en vue de prévenir les pertes d'azote emporté sous forme de nitrates par les eaux de pluie. La vesce velue peut, à cet égard, rendre d'immenses services ; on la sème, ai-je dit, à toutes les époques de l'année ; elle se plie aux conditions de sol et de climat les plus défavorables tout en fabriquant de grandes quantités de matières organiques riches en azote. Parmi les espèces végétales dont nous disposons, je n'en vois aucune qui réunisse cet ensemble de qualités.

On compte encore en France 3 millions et demi d'hectares livrés à la jachère. Pourquoi, lorsqu'on se procurera de la vesce velue à bon marché, n'en sèmerait-on pas à l'automne dans la plus grande partie de ces terres ? La première coupe consommée en vert permettrait de nourrir un plus grand nombre d'animaux, la seconde, enfouie en vert, profiterait au blé qui vient en tête d'assolement. M. Bredin, en procédant ainsi, a pu doubler le

nombre des têtes de bétail de son exploitation des Dombes et augmenter la production en blé à peu près dans la même proportion. Notons de plus que l'engrais vert améliorerait les propriétés physiques du sol tout en l'enrichissant, et que la vesce, grâce à son couvert épais, étoufferait plus de mauvaises herbes que n'en détruisent les labours de jachère pratiqués par les petits cultivateurs; bref, la culture de la vesce velue réaliserait tous les avantages de la jachère sans en avoir les inconvénients.

Jusqu'alors le prix élevé des semences a été un obstacle à l'utilisation de la vesce velue comme engrais vert; il est certain que les prix actuels ne se maintiendront pas longtemps; l'automne prochain, la Russie, l'Allemagne et la Hongrie en jetteront de grandes quantités sur le marché sans compter ce qu'on produira en France.

VI

Tant que les cours ne tomberont pas à 30 francs les 100 kilos, les agriculteurs auront intérêt à produire eux-mêmes les semences qui leur sont nécessaires. On peut les récolter soit sur une culture d'automne, soit sur une culture de printemps. Semée à l'automne, la vesce prend d'ordinaire un tel développement que les tiges tombent sur le sol; dans ces conditions, la floraison et la maturité sont défectueuses, on obtient peu de graines et des graines de mauvaise apparence; mieux vaut utiliser la première coupe comme fourrage et faire les semences sur la seconde. La première coupe aura lieu d'autant plus tard que la terre sera plus riche, de façon que la repousse, tout en garnissant le sol, ne soit pas exposée à la verse. En procédant ainsi, plusieurs de nos correspondants n'ont pas récolté moins de 1,000 kilos de graines à l'hectare en 1893; je crois que ce chiffre peut être facilement dépassé. Les cultures de printemps mûrissent leurs graines assez tôt pour être employées à l'automne; on répand par hectare 70 kilogrammes de vesce velue et 50 kilogrammes de seigle ou de blé de mars. Les semences ainsi obtenues sont de belle qualité, et la récolte n'est pas inférieure, en quantité, à celle d'une culture d'automne. La vesce ne mûrissant pas régulièrement, il faut la couper avant la maturité complète par un temps couvert ou le matin à la rosée. Quelque précaution qu'on prenne, on perd toujours une certaine quantité de graines. On en provoque la germination en donnant, aussitôt la récolte enlevée, un

coup d'extirpateur suivi d'un roulage. Les graines dures qui germent lentement, peuvent salir les cultures suivantes. C'est là un danger très réel qu'on préviendra en cultivant la vesce velue pour semences sur de mauvaises terres et en la faisant suivre par des cultures nettoyantes. La culture a déjà diminué la proportion des graines qui par la lenteur de leur germination menacent d'infester les récoltes successives; par sélection, peut-être arriverons-nous à les faire disparaître complètement.

En terminant, il n'est pas inutile de constater une fois de plus qu'une plante commune, dédaignée hier par les cultivateurs pourchassée même comme une herbe nuisible, s'est élevée subitement au rang de nos meilleures espèces. L'avenir nous réserve certainement d'autres surprises du même ordre. Parmi les plantes spontanées, et notamment parmi celles de la famille des légumineuses, combien n'en trouverait-on pas qui mériteraient également de devenir l'objet d'une culture régulière? Une étude méthodique de ces plantes, étude qui serait si facile et qui pourrait devenir si féconde, intéresse tous les pays; elle intéresse surtout la région du Midi, l'Algérie, la Tunisie où l'on souffre régulièrement du manque de fourrages. L'histoire de la vesce velue est bien faite pour encourager ceux qui seraient tentés de l'entreprendre.

EMPLOI DES FEUILLES D'ARBRES COMME NOURRITURE DU BÉTAIL

RECHERCHES
SUR
L'ALIMENTATION PAR LE FAUX ACACIA ET LE CYTISE

PAR

M. H. BOIRET
Professeur d'agriculture de la Lozère.

I

Pour remédier à la pénurie de fourrages causée par la sécheresse exceptionnelle de l'été dernier, les cultivateurs ont dû recourir à l'emploi de substances alimentaires ordinairement délaissées, telles que feuilles et brindilles d'arbres forestiers, feuilles et sarments de vigne, marcs de pomme ou de raisin, etc.

L'usage des feuilles d'arbres comme nourriture du bétail n'est

point nouveau dans notre pays ; les lecteurs des *Annales* savent qu'Olivier de Serres et plusieurs auteurs du siècle dernier lui ont consacré, aux moments de grandes disettes, des études renfermant beaucoup d'observations intéressantes [1]. Plus tard, Boussingault et Isidore Pierre ont cherché à l'établir sur des bases scientifiques en étudiant dans le laboratoire la composition chimique des feuilles. Mais, malgré les efforts faits en vue de la vulgarisation d'une pratique si utile, ce mode d'alimentation, très apprécié par la petite culture de certains pays pauvres, ne s'est pas propagé et n'a jamais, sauf exception, joué un rôle important dans les spéculations animales des grandes fermes.

L'attention du monde agricole a de nouveau été appelée tout récemment sur cette question par les belles recherches de MM. Muntz, Girard [2] et Cormouls-Houlès en France, Ramann, Jena et Prœssler en Allemagne ; par diverses circulaires de M. le Ministre de l'Agriculture, et par les publications de M. Grandeau. L'autorité qui s'attache à ces noms a été pour beaucoup dans le mouvement qui a poussé nombre d'éleveurs à demander aux forêts un supplément de fourrage sans lequel la vente du bétail à vil prix s'imposait.

Les travaux des savants expérimentateurs dont nous venons de citer les noms ont mis hors de doute ce fait remarquable, que les feuilles constituent un aliment riche et nutritif à l'égal du foin, et qu'il n'y a plus lieu, par suite, de les considérer comme un pis-aller, comme la dernière ressource à laquelle on doive recourir quand on n'a pas autre chose pour empêcher le bétail de périr de faim ; aussi y a-t-il maintenant beaucoup de chances pour que l'emploi de la ramille alimentaire, qui a rendu cet hiver de grands services un peu dans toutes les régions de la France, se généralise et devienne la règle au lieu de l'exception. Pourquoi, en effet, continuerions-nous de laisser perdre en automne ces masses considérables de feuilles, que nous pouvons récolter alors économiquement et sans aucun préjudice pour les arbres ? pourquoi ne ferions-nous pas entrer dans nos calculs de prévision cette ressource fourragère, moins aléatoire que beaucoup d'autres, puisque la théorie et la pratique sont également d'accord pour lui reconnaître une grande valeur ?

1. *Annales agronomiques*, t. XVIII, p. 513.
2. *Ibid.*, t. XVIII, p. 513 et 562, et t. XIX, p. 338.

C'est ainsi, sous l'aiguillon de la nécessité, que parfois le progrès se fait jour; et comme l'a dit récemment dans la *Revue des Deux Mondes* notre éminent maître, M. Dehérain, l'année si désastreuse que nous venons de traverser ne sera pas sans enseignement ni sans profit pour l'avenir, si la culture lui doit d'avoir appris à produire davantage de fourrages.

On n'est pas encore fixé sur la manière la plus rationnelle d'utiliser les branchages feuillus. Faut-il les récolter tous les ans à l'état de jeunes pousses, ou seulement tous les trois ou quatre ans par émondage? Doit-on les donner entiers ou découpés? verts, secs ou fermentés? Y a-t-il vraiment lieu de prendre des précautions dans l'emploi de certaines essences pourtant appétées du bétail, telles que le faux acacia et le cytise?

L'expérience d'une pratique plus longue et de nouvelles recherches scientifiques sont nécessaires pour trancher la plupart de ces questions. Aussi n'est-ce qu'à titre de documents que nous donnons dans les pages suivantes quelques renseignements sur la façon dont on tire parti des feuilles en Lozère, et sur des essais d'alimentation par le faux acacia et le cytise.

II. — Mode d'emploi des feuilles d'arbres en Lozère.

Le sol de la Lozère ne permettant pas la culture des plantes racines et des fourrages artificiels qui constituent ailleurs la principale réserve pour l'hiver, nous sommes dans l'obligation de demander aux forêts le supplément de nourriture indispensable à l'entretien de nos troupeaux pendant la mauvaise saison.

Dans toutes les communes où poussent spontanément le frêne, le châtaignier, le peuplier, le chêne et l'orme, on trouve ces essences exploitées régulièrement pour la production de la ramille alimentaire; ailleurs on utilise de la même manière le sorbier, l'aune, le cerisier sauvage, le mûrier, les résineux et enfin la vigne.

Pour donner une idée de l'importance des services que rend ce fourrage, nous dirons qu'une ferme des environs de Mende, possédant un total de vingt-deux têtes de gros bétail, récolte tous les ans six à huit mille fagots de branchages feuillus; une autre exploitation, d'importance double à peu près, en a emmagasiné

cette année plus de quinze mille, sans compter ce qui a été mangé en vert à la fin de l'été.

Récolte et conservation des feuilles. — L'émondage des grands arbres se fait souvent tous les trois, quatre ou cinq ans, tandis que la coupe des arbustes a lieu un peu à tout âge. Les branches récoltées sont mises, le jour même ou le lendemain, en petits fagots de 4 à 5 kilos, puis portées sous un hangar ou sous les combles d'un grenier, où elles se dessèchent peu à peu sans perdre entièrement leur couleur verte. On les conserve ainsi jusqu'en hiver, époque à laquelle on les fait consommer avantageusement aux bêtes bovines et surtout aux moutons.

Ce mode de traitement est très recommandable; il n'occasionne que de faibles dépenses, on peut l'appliquer à des quantités quelconques de branchettes, et il fournit un fourrage toujours bien accepté du bétail. Aurait-on avantage à lui préférer l'ensilage, employé avec succès en pareil cas par M. Cormouls-Houlès? Nous ne le pensons pas, car la ramille se desséchant à l'ombre, les mauvais temps ne sont pas à craindre pour le fanage, et la conservation se fait sans déchet, ce qui n'a pas lieu dans l'ensilage. Ce dernier procédé aura une grande utilité s'il permet de faire accepter par le bétail des feuilles ordinairement délaissées à l'état vert ou après dessiccation, telles que celles du châtaignier, abondantes dans beaucoup de régions de la France, et dont on tire profit; mais son prix de revient élevé et les pertes de matières qu'il occasionne en retarderont, croyons-nous, l'application aux autres essences.

La récolte se fait en août et septembre, alors que les feuilles sont presque complètement mûres. Nos élagueurs sont fort habiles; ils grimpent jusqu'à la cime mince et tremblante des peupliers d'Italie les plus élevés; on peut leur reprocher souvent de trop maltraiter les arbres, de ne laisser parfois aucune branche debout pour attirer la sève, comme si toutes les essences devaient être exploitées en têtards.

On paie, pour émondage et liage, en plus de la nourriture, 1 franc par 100 fagots pour les têtards et 1 fr. 50 pour les formes élevées.

Voici quelques détails sur chacune des espèces forestières qui nous rendent le plus de services.

Frêne. — La ramille de frêne est surtout consommée en vert; on trouve qu'elle constitue à l'état frais une ration très nutri-

tive pour les bœufs de travail et les vaches laitières. Les feuilles sont cueillies à la main pendant deux ou trois ans après l'émondage, quelquefois par des femmes ou des enfants, sur des têtards hauts de 3 à 4 mètres; puis, à la troisième ou quatrième année, on coupe de nouveau les branches, et c'est alors au bas de l'arbre que se fait la séparation des feuilles, qui, à l'état vert au moins, sont données sans mélange avec les brindilles, contrairement à ce qui se pratique avec les autres sortes de ramées. La récolte ainsi obtenue se consomme le jour même ou le lendemain.

Si on a besoin d'en conserver pour l'hiver, les branches sont mises en fagots, après un commencement de séchage de un à deux jours, puis portées à la ferme comme nous l'avons dit plus haut.

Chêne. — La ramille de chêne est presque toujours consommée après fanage; les animaux, dit-on, en sont moins friands à l'état vert, et n'en tirent pas un aussi bon parti. Il est certain au moins qu'on évite ainsi le *mal de brout*.

Les chênes à feuilles caduques seuls sont exploités pour cet usage; on coupe les branches sur les arbres ou dans les taillis tous les trois ou quatre ans.

Cette feuille est une des moins estimées comme valeur alimentaire; on la donne aux moutons et aux bêtes d'élevage.

Orme. — L'orme est très recherché comme fourrage vert ou sec; malheureusement, il est peu abondant chez nous. C'est comme le frêne une bonne nourriture en septembre pour les bœufs de travail et les vaches laitières. On exploite les arbres tous les quatre à cinq ans.

Peuplier. — Le peuplier pyramidal est le plus apprécié à cause de la quantité considérable de branchettes qu'il donne, puis viennent ensuite le peuplier de Virginie et le Grisaille. C'est ce genre forestier, très cultivé sur les bords du Lot, qui, aux environs de Mende, fournit le plus de feuilles; la qualité assez médiocre, est compensée par l'abondance.

On estime surtout les branchages de trois ans, mais à cause des difficultés que présente l'élagage d'arbres si élevés, l'exploitation ne se fait guère que tous les cinq à six ans.

Il est rare que la consommation ait lieu tout de suite; c'est un fourrage que l'on réserve pour la mauvaise saison. On met donc en fagots toutes les branches, sauf les plus grosses, qui sont étêtées, puis après deux jours d'un commencement de séchage

dehors quand il fait beau, on rentre la récolte sous le hangar ou au grenier. La conservation se fait très facilement si les fagots ont été liés après la rosée, et n'ont pas reçu de pluie. Quelques rares cultivateurs, manquant de locaux, font sécher à l'air libre, puis disposent les fagots en meules dehors.

La ramille de peuplier est donnée aux moutons et aux bêtes bovines pendant l'hiver.

Le châtaignier. — Le châtaignier est le principal arbre forestier des Cévennes lozériennes. Comme les prairies naturelles ou artificielles n'occupent que peu de surface dans ces sols schisteux et pauvres, on a recours à la ramée de châtaignier, pour entretenir pendant l'hiver les maigres troupeaux de chèvres ou de moutons qui peuplent ces montagnes arides et tourmentées. Cette feuille que les animaux de beaucoup de pays dédaignent, est ici bien acceptée par nos races rustiques, habituées à trouver leur vie où d'autres périraient, l'espèce bovine la consomme aussi, plutôt verte que sèche, mais, nous le répétons, elle est surtout réservée pour les espèces ovines et caprines.

L'élagage des arbres se fait tous les trois à quatre ans, et l'on traite les fagots comme s'il s'agissait du chêne. Il convient de noter les points suivants : la feuille de châtaignier passe pour être refusée du bétail quand elle est cueillie au commencement de l'été, ou prise sur de jeunes branches de l'année; autrement dit, c'est toujours la feuille mûre des branches de trois à quatre ans qui est la plus estimée. D'autre part, on attribue généralement à ce fourrage la même valeur que celui de chêne.

Robinier faux acacia. — Le robinier faux acacia ne forme qu'une partie insignifiante des forêts lozériennes; on le rencontre en bosquets isolés dans les vallées, et en plantations plus ou moins régulières sur les talus du chemin de fer.

Cette essence passe pour être mangée avec avidité par tous les animaux, mais à cause de sa rareté relative et des difficultés que présente sa récolte, elle n'est guère exploitée que par les petits ménages, pour l'entretien des lapins, chèvres ou moutons. On la fait consommer en vert ou en sec, ainsi que le montrent les deux exemples suivants :

Sur la ferme du Roussel, commune de Mende, on a récolté en août dernier environ 3,000 kilos de branchages d'acacia, qui, aussitôt coupés, étaient chaque jour portés dans un coin de champ,

et dépouillés de leurs feuilles par le troupeau à son retour du pâturage.

Un garde-barrière de la même commune entretient, sans acheter de foin, une demi-douzaine de moutons ; il fait pacager son petit troupeau sur la voie ferrée, mais comme c'est là une ressource insuffisante, il donne le soir une ration complémentaire de feuilles. Pendant les mois d'août, septembre et octobre de l'an dernier, il a fait consommer ainsi de la ramille fraîche d'acacia, puis aux approches de l'automne, il a récolté et fait faner 300 fagots de ce feuillage, qu'il donne sec pendant tout l'hiver, en y ajoutant à peine une poignée de paille ou de mauvais foin, quand les animaux ne peuvent pas sortir. Malgré les piquants dont sont recouvertes les brindilles, les feuilles sont consommées sans aucun déchet.

Ces deux exemples montrent que contrairement aux affirmations produites l'été dernier à ce sujet, l'emploi de la ramille d'acacia n'est pas dangereux pour la santé des animaux. Nous reviendrons sur cette importante question dans le chapitre suivant.

Essences diverses. — L'aune est relativement peu abondant ; il n'est pas recherché du bétail à l'état vert, mais une fois bien fané, il constitue un bon fourrage. Le séchage est un peu plus long qu'avec les autres arbres ; la moindre pluie fait noircir la feuille et lui enlève beaucoup de sa valeur.

Le cerisier est aussi un fourrage de qualité, mais toujours peu abondant ; nous récoltons de même avec soin le noisetier et le sorbier des oiseleurs.

L'érable champêtre donne des feuilles bonnes en vert, mais qui se brise trop par la dessiccation.

La ramille fraîche de saule n'est pas goûtée du bétail, qui la préfère à l'état de foin. On n'attache, en Lozère, qu'une importance secondaire à cet arbre, qui du reste est relativement rare, on trouve que les branches ne sont pas assez garnies de feuilles, et que ces feuilles une fois fanées s'émiettent trop facilement.

Le mûrier est cultivé, pour l'élevage des vers à soie dans une quarantaine de communes. La seconde pousse des feuilles est utilisée fraîche ou sèche pour l'entretien des moutons et des chèvres.

Vigne. — Les feuilles de vigne sont enlevées à la main quelques jours après la récolte, et données immédiatement aux vaches ou

aux moutons. On ne fait jamais, comme dans certaines localités du Midi, traverser les vignes par le troupeau. On ne connaît pas non plus l'ensilage des feuilles pratiqué sur le Mont-Dore.

Arbre résineux. — Sur les montagnes granitiques, le pin sylvestre, presque seul cultivé, rend parfois de grands services en hiver pour l'alimentation des moutons, qui passent, pendant les neiges, des semaines entières sans recevoir autre chose. Cette nourriture est délaissée les deux ou trois premiers jours, pendant lesquels il faut donner un peu de paille; mais la faim aidant, les animaux finissent par s'y habituer, et mangent par la suite ces feuilles aussi complètement que celles des autres arbres.

Comme on ne brûle guère dans le pays que du bois vert, ce sont les arbres entiers et les produits des éclaircies récoltés pour le chauffage, que l'on dépouille de leurs branches en vue de l'entretien des troupeaux. Cette ramille porte le nom de *gargne;* elle doit être utilisée dans la semaine qui suit l'abattage des arbres, les animaux la délaissant aussitôt qu'elle commence à se dessécher.

L'espèce bovine a une grande répugnance pour les résineux, qui n'entrent jamais, croyons-nous, pour une part notable dans son alimentation.

Essences peu utilisées. — On ne sait pas tirer tout le parti possible des feuilles de châtaignier, qui d'après les recherches de M. Raoul Bouilhac[1] et les nôtres finissent par être acceptées du gros bétail quand il n'a pas autre chose à manger. Nous pensons, ainsi qu'il est dit plus haut, que l'ensilage pourrait peut-être les rendre plus appétissantes.

Parmi les arbustes, les ajoncs et le houx, très appréciés en Bretagne, ne sont ici jamais utilisés. La bruyère, dont l'usage a été recommandé ces temps derniers, n'est pas non plus récoltée ; elle nous paraît constituer un fourrage de bien médiocre qualité, mais dans les pays très pauvres ou dans les années de disette, elle peut n'être pas à dédaigner.

Distribution de la ramille aux animaux. — Le fourrage sec est ordinairement consommé dans les trois mois de décembre, janvier et février. Le plus souvent, on coupe les liens, et les fagots sont jetés entiers dans le râtelier. Quelquefois cependant, pour

1. *Annales agronomiques*, t. XIX, p. 549.

les animaux de valeur, on enlève à la main les fines brindilles garnies de feuilles, et on les mélange à du foin.

Les bœufs et les jeunes animaux d'élevage reçoivent de la paille à peu près pure dans le jour, et des fagots le soir. On enlève le lendemain les branches complètement dépouillées de leurs feuilles, et l'on s'en sert comme bois de chauffage.

Les moutons, dans les hivers de disette surtout, n'ont souvent que de la ramée pour toute ration. On estime qu'il faut alors un fagot par tête et par jour.

Le chêne et le peuplier, nous le répétons, constituent à beaucoup près les réserves les plus importantes, puis viennent l'orme, le châtaignier, le frêne, le saule, l'aune, et enfin d'autres espèces généralement mélangées.

Comme qualité nutritive, on place toujours l'orme et le frêne en tête, puis le sorbier, le peuplier, le chêne, la vigne, le châtaignier et enfin les résineux. Cette classification empirique diffère sur quelques points de celle qu'on peut établir en tenant compte de la composition chimique des feuilles ; mais elle n'est pas basée sur des faits assez précis pour que nous la donnions comme rigoureusement établie. Du reste, ces feuilles étant récoltées à peu près complètement mûres, il se peut qu'elles aient plus perdu les unes que les autres, ce qui modifierait l'ordre dans lequel elles se présentent comme valeur alimentaire, vers le milieu de la période végétative.

Telles sont les observations que nous avons pu recueillir sur l'emploi des feuilles en Lozère ; nous retiendrons surtout les deux points suivants : 1° récolte de la ramée en automne, à l'époque où elle est le plus abondante, et où son enlèvement nuit aussi peu que possible aux arbres ; 2° fanage à l'ombre, et conservation des produits pour l'hiver, saison pendant laquelle les autres fourrages font défaut.

III. — Recherches sur l'alimentation par le faux acacia et le cytise.

Quelques cas de mort d'animaux ayant été attribués à l'usage des feuilles de faux acacia[1], il nous a paru utile de compléter

1. *Lettres de M. de Mandat-Grancey*, publiées par divers journaux.

les faits observés chez les cultivateurs dont nous avons parlé précédemment par des essais d'alimentation sur des espèces animales plus variées. On a pensé, dans la presse agricole, que ces accidents devaient avoir été causés par le cytise ou faux ébénier, arbre vénéneux dont le feuillage ressemble à celui du robinier, aussi avons-nous cru nécessaire de faire porter nos recherches sur l'emploi de ces deux légumineuses.

Le cytise aubour, le plus dangereux de tous, se rencontre sur nos sols calcaires à l'état de cépées isolées. Son feuillage est cueilli à l'automne, en même temps que celui des arbres voisins, et donné ainsi en mélange, après séchage, sans qu'il en soit jamais résulté d'inconvénient grave pour la santé du bétail.

Nos premiers essais ont été faits au commencement de novembre, alors que les feuilles, encore complètement vertes, mais mûres, allaient bientôt commencer de tomber ; ils ont porté sur deux lapins, deux moutons, deux ânesses, et une génisse. Quelques semaines plus tard, on a donné à ces mêmes animaux et à un cheval, des brindilles, des écorces ou des fruits d'acacia et de cytise.

Voici le détail sommaire de la façon dont chacune de ces opérations a été conduite :

Lapins. — La feuille d'acacia constitua seule pendant trois jours la ration des deux sujets en expérience ; elle fut acceptée sans difficulté, et l'on peut évaluer à 3 kilos la quantité réellement consommée.

Après vingt-quatre heures de régime au grain, on donna, le cinquième jour, des feuilles de cytise, qui furent mangées avec le même appétit que les précédentes et parurent n'avoir aucune influence sur l'excellent état de santé dans lequel se trouvaient les animaux. Ce fait, ainsi que nous le verrons plus loin, n'est pas en désaccord avec les belles études de M. Cornevin, desquelles il résulte qu'une faible quantité de jeunes feuilles de cytise suffit pour empoisonner les animaux.

Un mois plus tard, on donna des écorces de faux acacia d'abord, puis de cytise ; mais, dans l'un comme dans l'autre cas, l'amertume de ces aliments fit que les lapins n'y touchèrent presque pas, même quand on les mélangea avec du son.

Moutons. — Deux moutons en bon état de santé ont de même

été nourris pendant trois jours à la ramée d'acacia, et en ont consommé de 15 à 18 kilos. Après un intervalle d'un jour passé au pâturage, on donna une ration de brindilles feuillues de cytise, qui fut acceptée en totalité comme les précédentes.

Au mois de décembre, deux moutons pris encore au hasard dans le troupeau, reçurent d'abord des écorces entières et pures, puis découpées et mélangées à du son frisé. Le son fut bientôt mangé, mais les écorces restèrent en grande partie dans l'auge, même alors que les animaux commençaient à être travaillés par la faim.

Des écorces de cytises aubour, préparées de la même façon, n'ont pas paru être plus appétissantes.

Quoi qu'il en soit, il a été consommé, dans chaque cas, des quantités notables d'écorces fraîches, et l'on n'a remarqué aucun symptôme de dérangement dans la santé des animaux. On aurait pu, en les pulvérisant, en faire ingérer des proportions plus fortes, mais cette recherche n'était pas pour nous d'un grand intérêt pratique, puisqu'il s'agissait surtout de savoir si quelques lambeaux d'écorces, rongés accidentellement, avaient pu occasionner des accidents.

Anesses. — Deux ânesses nourries le jour au pâturage, ont reçu le soir, trois fois de suite, une brassée de 5 kilos de feuilles d'acacia et, le quatrième soir, du cytise. Ce régime n'a paru avoir aucune influence sur l'état physiologique des animaux.

Génisse. — Une génisse de dix-huit mois n'eut pour toute nourriture pendant deux jours que des feuilles d'acacia ; elle mit peu d'empressement à manger cette ramée, trop mûre peut-être ou trop amère, et la consommation totale ne dépassa pas 15 kilos.

Après deux jours de pâturage, on donna des feuilles de cytise, qui n'ont de même été acceptées qu'avec répugnance.

Les écorces enlevées à des branches d'acacia de tout âge ont été découpées en morceaux de 2 à 3 centimètres carrés, et présentées ainsi à l'animal, qui n'y voulut pas toucher ; en les mélangeant intimement à du son frisé, on a pu les faire consommer dans la proportion de 3 kilos en trois nuits.

Les écorces de cytise, expérimentées de la même manière, sont restées en grande partie dans la crèche.

Ces recherches sur la consommation des feuilles n'ont pas été poussées plus loin ; elles sont suffisamment concluantes, croyons-

nous, pour nous permettre d'affirmer que l'alimentation par la ramille d'acacia, pratiquée en août et septembre dans quelques fermes de la Lozère, et expérimentée par nous à une époque de maturation des feuilles un peu plus avancée, ne présente aucun danger pour le bétail, contrairement aux craintes exprimées à ce sujet l'été dernier.

Quant aux feuilles de cytise ou faux ébénier, les travaux de M. Cornevin[1] ne permettent aucun doute sur leur toxicité dans le jeune âge; mais, comme l'a établi ce savant physiologiste, elles perdent peu à peu leurs propriétés nocives en vieillissant, et c'est à cela que nous devons d'avoir pu les faire consommer impunément à l'automne. Il est bien probable que, distribuée en grande quantité, cette feuille, même bien mûre, occasionnerait promptement des troubles dans la digestion, mais il est certain aussi qu'elle peut alors être mangée accidentellement sans danger.

Cheval. — N'ayant pas pu nous procurer un cheval de réforme avant le mois de décembre, nous avons dû nous contenter d'expérimenter sur cette espèce domestique l'action des écorces et des graines. C'était là, du reste, le point principal, puisque selon les affirmations de M. de Mandat-Grancey, des chevaux seraient morts pour avoir seulement rongé l'écorce de leur bat-flanc ou des arbres auxquels ils étaient attachés.

Pendant deux jours, la ration consista en écorces d'acacia, d'abord pures, puis comme l'animal n'y touchait pas, mélangées avec du son frisé, ainsi qu'on l'avait fait dans les cas précédents. Elles ne furent consommées qu'en très petite quantité, 300 grammes par jour à peu près, bien que la bête ne reçût pas en foin plus du tiers de ce qu'elle était habituée à consommer.

Après un intervalle de deux jours au régime de fourrage sec, on donna comme repas du matin, un mélange de son et d'écorces de cytise, mélange qui fut encore moins bien goûté que le précédent. Le cheval reçut alors une botte de foin, puis dans la soirée, des gousses de cytise pleines, broyées et brassées avec du son frisé. Il mangea 200 à 300 grammes de cette ration, mais quelques heures plus tard, il fut pris de coliques violentes et mourut dans la nuit, après s'être débattu de telle sorte que le sol de l'écurie et les murs étaient labourés de coups de pied.

1. Cornevin. *Plantes vénéneuses*, p. 11 et 286.

Cette catastrophe finale était facile à prévoir, le poids de gousses et de graines ingérées concordant à peu près avec les chiffres observés dans des circonstances analogues par M. Cornevin.

Il est permis, d'après cela, de penser que les cas de mort sur lesquels on a appelé l'attention des cultivateurs, doivent être attribués au cytise, plante dont les écorces et surtout les graines sont très vénéneuses, plutôt qu'au faux acacia.

M. de Mandat-Grancey nous dit bien qu'un poison violent aurait été extrait du robinier; mais même en admettant l'existence de ce principe toxique, qui paraît n'avoir jamais été étudié dans les recueils spéciaux, ce ne serait pas là un argument décisif pour proscrire l'emploi de cette légumineuse. Elles sont nombreuses, en effet, les plantes capables de produire des désordres dans l'organisme, et dont l'homme ou les animaux se nourrissent : les noyaux de cerises, qui nous servent à fabriquer le kirsch, contiennent de l'acide prussique; la pomme de terre, la tomate, l'aubergine, le haricot et la laitue, qui figurent tous les jours sur notre table, renferment cependant des poisons bien connus, au moins dans leurs effets. Les foins de gesse et de lupin jaune peuvent à la longue, quand la plante est en gousse, déterminer chez le bétail des maladies spéciales désignées sous les noms de *lathyrisme* et de *lupinose;* ce sont des ressources fourragères importantes mais il ne faut pas en abuser. Les tiges de pomme de terre, consommées sur place dans quelques localités, les jeunes pousses de chêne, le sarrasin, la petite oseille, le moutardon, la ravenelle, etc. ne doivent pas non plus former seuls pendant longtemps, la base de l'alimentation.

Peut-ère serait-il de même imprudent de ne faire consommer que des feuilles d'acacia durant des semaines entières, mais ce n'est généralement pas le cas ; en automne les animaux vont au pâturage, et en hiver, ils reçoivent toujours au moins une botte de paille. Nous pensons donc, avec M. Ch. Girard, que les cultivateurs ont tout intérêt à recueillir précieusement cette feuille exceptionnellement riche, et même à multiplier dans ce but les plantations d'acacia. Les nombreux piquants qui recouvrent la plante sont certainement un obstacle sérieux à sa propagation comme fourrage. Nous nous sommes cependant assuré que les moutons trouvaient quand même le moyen de dépouiller les branches d'une façon très complète.

IV. — CONCLUSIONS.

De l'ensemble des essais d'alimentation que nous venons de décrire, nous croyons pouvoir tirer les conclusions suivantes :

1° Les feuilles d'acacia, consommées depuis le mois d'août jusqu'aux premiers jours de novembre, ne sont pas nuisibles à la santé des animaux, ainsi que le montrent la pratique déjà ancienne des environs de Mende et les expériences précises auxquelles nous nous sommes livré ;

2° Les feuilles de cytise, très vénéneuses dans le jeune âge, paraissent avoir presque perdu toute propriété nocive aux approches de l'automne. Il n'y a pas d'inconvénient alors à ce qu'elles entrent accidentellement dans la ration du bétail;

3° Tous les animaux domestiques ont une grande répugnance pour les écorces de faux acacia, dont ils peuvent cependant consommer impunément des quantités très notables, contrairement aux affirmations produites l'été dernier à ce sujet;

4° L'ingestion de quantités même faibles d'écorces et de graine de cytise est mortelle pour les chevaux.

CULTURES DU CHAMP D'EXPÉRIENCES DE GRIGNON

DE 1890 A 1893

PAR

M. J. DUMONT
Chimiste de la Station agronomique.

La période quadriennale qui vient de s'écouler offre, au point de vue des conditions climatériques, un caractère tout particulier. Depuis nombre d'années on n'avait traversé des époques aussi froides ou aussi chaudes. Les récoltes ont souffert tantôt d'un froid excessif comme en 1890-1891 et 1891-1892, tantôt d'une sécheresse extrême comme en 1893; dans tous les cas, les rendements ont été inférieurs à ceux que nous obtenons dans les années ordinaires.

Pour apprécier plus aisément la résistance des différentes variétés au gel et à la sécheresse, nous avons jugé indispensable de faire précéder l'exposé des résultats obtenus pendant chacune des années culturales, d'un résumé des observations météorologiques

qui s'y rattachent. Quelques chiffres nous faisant défaut ont été extraits des comptes rendus que M. E. Renou, directeur de l'observatoire du parc Saint-Maur, publie tous les mois dans le *Journal de l'Agriculture;* ces données, du reste, se rapprochent sensiblement de celles de l'observatoire de Grignon.

Nous discuterons également, dans ce travail, l'action des engrais minéraux et des résidus laissés par les fumures antérieures.

Cultures du champ d'expériences en 1890.

Résumé météorologique.

L'année 1889-1890 a été assez favorable à la culture; l'hiver, relativement doux, n'a pas eu de conséquences fâcheuses sur la végétation; quelques gelées d'ailleurs peu intenses ont caractérisé cette saison. C'est dans le courant du mois de février que les plus basses températures ont été observées.

La quantité d'eau tombée, suffisante pour le bon développement des plantes, se répartit convenablement dans les différentes saisons.

Peu de neige; quelques gelées blanches à la fin de l'hiver et au commencement du printemps. Un orage violent qui s'est déchaîné dans les premiers jours de juillet, a provoqué la verse des céréales et la récolte s'est ressentie de la mauvaise maturation des grains.

La pluie totale est un peu supérieure à la moyenne générale qui atteint, dans les environs de Paris, 528 millimètres; il est tombé, d'octobre en avril, 230^{mm},7, et d'avril en octobre 311^{mm},4. Le mois de février a été sec.

		Température moyenne.	Pluie tombée en millimètres.
1889.	Octobre	10°,5	81.6
—	Novembre	5°,6	29.5
—	Décembre	0°.4	36.5
1890.	Janvier	5°,8	52.6
—	Février	2°,4	3.0
—	Mars	6°,9	27.5
—	Avril	9°,0	43.7
—	Mai	14°,3	40.5
—	Juin	15°,5	43.6
—	Juillet	16°,8	108.0
—	Août	17°,0	40.0
—	Septembre	15°,5	39.6
		Pluie totale	542.1

I. — Culture du blé.

Les variétés de blé qui ont été cultivées à la Station agronomique sont : les blés à épis carrés Scholey et Porion, et le Dattel. L'éloge des blés à épis carrés n'est plus à faire ; les résultats obtenus dans les cultures expérimentales de Wardrecques et de Blaringhem, les rendements élevés qui ont été signalés à différentes reprises, les placent au premier rang parmi les meilleures variétés du nord de la France.

Le Dattel est plus délicat ; son épi allongé, sa tige plus longue et plus grêle le rendent sous notre climat sujet à la verse.

Végétation. — Favorisée à la fois par un hiver doux et un printemps chaud et pluvieux, la végétation se présentait bien jusqu'au commencement de l'été. La récolte promettait d'être assez avantageuse, quand un violent ouragan vint tromper nos prévisions et ruiner nos espérances. Le 3 juillet, le blé était versé sur les trois quarts des parcelles.

Nous n'insisterons pas longuement sur les conséquences fâcheuses de la verse ; en parcourant le tableau I il est facile de se rendre compte que les parcelles les plus atteintes sont celles qui ont reçu le plus d'engrais. En effet, si nous comparons successivement **38** et **39**, **55** et **56**, nous constatons, dans le premier cas, que la parcelle **38** ayant reçu 300 kilos de nitrate de soude n'a pas versé tandis que la parcelle **39** qui a reçu 400 kilos de nitrate, c'est-à-dire 100 kilos en plus, a versé sur la moitié. Le rendement en grains est différent (5 quintaux d'excédent pour le n° 38), tandis que la quantité de paille reste sensiblement la même. La verse n'a été préjudiciable qu'au grain. Ce préjudice est d'ailleurs facile à concevoir si on fait intervenir la mauvaise maturation.

Sur les indications de M. Dehérain, M. Paturel qui, à cette époque, était chimiste de la Station agronomique, détermina le 10 juillet, c'est-à-dire immédiatement après la verse, la quantité d'azote contenu dans le blé Porion versé et non versé. Les dosages conduisirent à des nombres identiques ; on trouva pour 100 parties de matière sèche :

	Azote.
Blé Porion versé	2.57
— non versé	2.58

Les différences de rendement cependant sont considérables,

TABLEAU I. — Culture du blé en 1890.

NUMÉROS des parcelles	CULTURE ET FUMURE en 1889.	NATURE ET POIDS de l'engrais distribué en 1890.	DÉPENSE d'engrais.	POIDS du grain.	VOLUME du grain.	POIDS de la paille.	VALEUR du grain à 23 fr. les 100 k.	VALEUR de la paille à 4 fr. les 100 k	VALEUR de la récolte.	BÉNÉFICE Frais fixes 300 fr.
			fr. c.	quint. mét.	hectol.	quint. mét.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.
		Blé Porion (*quatrième récolte à Grignon*).								
45	Pomme de terre, 55,000 k. fumier.	Sans engrais.	»	25.00	32 47	84 00	575 00	336 00	911 00	611 00
46	Pomme de terre, 40,000 k. fumier.	Sans engrais.	»	23.00	29 91	90 00	529 00	360 00	889 00	589 00
52	Trèfle, sans engrais	10,000 kil. fumier, 200 kil. nitrate de soude.	148 00	24 00	31 19	86 00	552 00	344 00	896 00	448 00
53	Trèfle, —	400 kil. chlorure de sodium et 400 kil. superphosphate	112 00	22 00	28 60	54 00	506 00	216 00	722 00	310 00
53 *bis*	Trèfle, —	400 kil. sel marin	72 00	16 00	19 80	28 00	268 00	112 00	380 00	8 00
55	Trèfle, —	200 kil. nitrate de soude . .	48 00	23 00	29 91	83 00	529 00	332 00	861 00	513 00
56	Trèfle, —	20,000 kil. fumier, 200 kil. nitrate	248 00	18 00	23 04	74 00	414 00	296 00	710 00	162 00
		Blé Sholey (*sixième récolte à Grignon*).								
38	Trèfle, sans engrais	300 kil. nitrate de soude. .	72 00	24 00	31 19	62 00	552 00	248 00	800 00	428 00
39	Trèfle, —	400 kil. nitrate de soude. .	96 00	19 00	24 32	61 00	437 00	244 00	681 00	285 00
47	Pomme de terre, 40,000 k. fumier.	200 kil. nitrate de soude, 100 kil. chlorure de potassium	66 00	24 00	31 19	77 00	552 00	308 00	860 00	315 00
48	Pomme de terre, 30,000 k. fumier.	Sans engrais	»	26 00	33 75	82 00	598 00	328 00	926 00	626 00
59	Pomme de terre, sans engrais . .	Sans engrais	»	27 00	35 03	73 00	621 00	292 00	913 00	613 00
60	Pomme de terre, 30,000 k. fumier.	Sans engrais	»	24 00	31 19	74 00	552 00	296 00	848 00	548 00
		Blé Dattel.								
36	Trèfle.	Sans engrais.	»	20 00	25 60	76 00	460 00	304 00	764 00	464 00
37	Trèfle.	400 kil. chlorure de potassium, et 400 kil. superphosphate.	112 00	24 00	30 72	58 00	552 00	232 00	784 00	372 00
37 *bis*	Trèfle.	Sans engrais.	»	8 00	10 24	20 00	184 00	80 00	264 00	36 00

mais elles sont dues à une moindre proportion de grain et non à la diminution d'un des principes qu'il renferme. Il n'en est plus de même pour le blé Dattel; on a trouvé en effet pour 100 parties de matière sèche :

	Azote.
Blé Dattel versé.	1.92
— non versé	2.12

Le blé non versé est plus riche.

On remarquera que le Porion est plus chargé de matières azotées que le Dattel, ce qui est dû à sa maturation plus tardive; on sait que dans le grain de blé, l'amidon n'apparaît qu'après la matière azotée, et on conçoit qu'au 10 juillet, un blé tardif comme le Porion renferme moins d'amidon que le Dattel, et par suite plus de matières azotées.

Le deuxième exemple est aussi probant, aussi manifeste que le premier; les parcelles **55** et **56** accusent une différence assez sensible bien qu'elles aient reçu la même dose d'engrais chimique; ce fait doit être attribué uniquement aux 20,000 kilos de fumier qui ont été distribués à **56**.

Le blé est une plante assez exigeante comme engrais. Le nitrate de soude appliqué au printemps en active singulièrement la végétation; cette année, cependant, à cause de la verse prématurée, il est difficile d'interpréter avantageusement son efficacité. Nous signalerons simplement l'effet des fumures antérieures et des superphosphates.

Ces questions ne nous occuperont pas longtemps. Les travaux de longue haleine poursuivis par MM. Lawes et Gilbert à Rothamstedt et ceux effectués à la Station agronomique de Grignon par notre savant maître M. Dehérain, montrent les bons effets des fumures antérieures, en particulier sur le froment. Une bonne dose de fumier de ferme incorporée au sol se fait sentir pendant plusieurs années, et cela d'autant plus que la terre est plus compacte. L'expérience est décisive : les parcelles **45**, **46**, **48** et **60** ayant porté des pommes de terre bien fumées en 1889, bien qu'elles n'aient reçu aucun engrais en 1890, ont donné les meilleurs résultats. L'action des arrière-fumures est encore plus évidente sur le numéro **59**, qui a donné le plus fort rendement. En 1887, cette parcelle fut plantée en ramie et reçut 60,000 kilos de fumier de

ferme et 200 kilos de sulfate d'ammoniaque; le blé de 1890 s'est ressenti uniquement du fumier de ferme distribué trois ans auparavant.

Quant à l'action des superphosphates sur les terres épuisées, elle a été savamment discutée, dans ce recueil même, par M. Dehérain[1].

L'acide phosphorique apporté sous une forme soluble est particulièrement favorable au blé cultivé dans des parcelles épuisées. Il n'a pas d'effet sensible sur l'avoine ni sur le trèfle. M. Dehérain estime que les engrais phosphatés ont chance de réussir dans toutes les terres qui ne contiennent pas 0 gr. 0002 d'acide phosphorique soluble dans l'acide acétique. Il montre, en outre, que par la culture sans engrais, et principalement sans fumier, l'acide phosphorique soluble rétrograde peu à peu, se combine aux sesquioxydes de fer et d'aluminium, pour donner des composés que le blé n'assimile pas. L'avoine dont les racines secrètent peut-être un acide plus énergique que celles du blé, ou en plus grandes proportions, paraît pouvoir dissoudre les phosphates de sesquioxyde et les absorber.

Culture de l'avoine.

La récolte d'avoine a été très satisfaisante cette année; cette plante peu exigeante est toujours cultivée sans engrais; dans notre assolement, elle succède à une culture sarclée et généralement aux betteraves.

Bien que réputée très résistante aux intempéries, elle a versé, à la suite de l'orage du 3 juillet, dans les parcelles **62**, **63** et **68**. Les rendements ne sont pas très inférieurs à ceux des parcelles voisines où la verse ne s'est pas produite ainsi qu'il est facile de le constater en parcourant le tableau II.

Les parcelles **64** et **68** ayant reçu antérieurement la même culture et la même quantité de fumier, n'accusent pas une grande différence dans le rendement lorsqu'on considère la valeur totale de la récolte, bien que le numéro **68** ait versé. En effet, tandis que la première donna, en grains, un excédent de trois quintaux métriques (représentant 51 francs), la seconde accuse, en paille, une augmentation de 24 quintaux (représentant 84 francs). Le bénéfice est même en faveur de la parcelle **68**.

1. Tome XVII, p. 445.

TABLEAU II. — Culture de l'avoine en 1890.

NUMÉROS des parcelles	CULTURE PRÉCÉDENTE	ENGRAIS DISTRIBUÉ	DÉPENSE d'engrais.	POIDS du grain.	VOLUME du grain.	POIDS de la paille.	VALEUR du grain à 17 fr. les 100 k.	VALEUR de la paille à 3 fr. 50. les 100 k.	VALEUR de la récolte.	BÉNÉFICE Frais fixes : 300 fr.
			fr. c.	quint. mét.	hectol.	quint. mét.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.
		Avoine de Houdan.								
61	Pomme de terre, 20,000 k. fumier.	Sans engrais.	»	33 00	66 00	60 00	561 00	210 00	771 00	471 00
62	— 50,000 k. —	—	»	31 00	62 00	70 00	527 00	245 00	772 00	472 00
63	— — —	—	»	32 00	64 00	58 00	544 00	203 00	747 00	447 00
76	Betteraves, 60,000 kil. fumier . .	—	»	38 00	76 00	67 00	646 00	234 50	880 50	580 50
77	— —	—	»	38 00	76 00	63 00	646 00	220 50	866 50	566 50
78	— — . .	—	»	37 00	74 00	59 00	629 00	206 50	835 50	535 50
		Avoine des Salines.								
64	Pomme de terre, 30,000 k. fumier.	Sans engrais.	»	37 00	77 08	86 00	629 00	301 00	930 00	630 00
65	— 20,000 — .	—	»	36 00	72 00	95 00	612 00	332 50	944 50	644 50
68	— 30,000 — .	—	»	34 00	68 00	110 00	578 00	385 00	963 00	663 00

Cet exemple montre nettement que la verse a été plus préjudiciable au blé qu'à l'avoine dont la maturation est plus hâtive.

La variété de Houdan s'est montrée inférieure à celle des Salines; c'est ce qui apparaît clairement quand on compare les résultats moyens obtenus dans les parcelles **61**, **62**, **63**, **64**, **65**, **68**, et qu'on met en regard la fumure moyenne distribuée sur la culture précédente.

	GRAINS	PAILLE
	—	—
	q. m.	q. m.
Avoine des Salines (64, 65, 68), après pommes de terre ayant reçu 26,666 kilos de fumier.	35 66	97 »
— de Houdan (61, 62, 63), après pommes de terre ayant reçu 40,000 kilos de fumier.	32 »	62 66
Soit un excédent de. . . .	3 66	34 34

La différence entre les deux variétés est bien marquée; après une même culture, l'avoine de Houdan accuse une diminution dans les rendements en grains et en paille, quoique l'on ait appliqué antérieurement une plus forte fumure. M. Dehérain a déjà signalé la supériorité de l'avoine des Salines dans le compte rendu des cultures de 1889 [1]; nous la signalons encore une fois pour attirer l'attention des cultivateurs sur cette variété qui mérite d'être choisie quand sa couleur jaune n'est pas un obstacle à sa vente.

Examinons maintenant s'il est indifférent de faire succéder l'avoine aux pommes de terre ou aux betteraves; pour cela, comparons entre elles les parcelles **61**, **62**, **63** et **76**, **77**, **78** cultivées en avoine de Houdan. Les rendements en grains sont sensiblement plus élevés dans les numéros **76**, **77**, **78** que dans les numéros **61**, **62**, **63** ayant porté des pommes de terre en 1889. Il semble plus avantageux de cultiver l'avoine après des betteraves qu'après des pommes de terre. Grâce aux travaux effectués récemment à la station agronomique, il devient facile d'en trouver la raison. M. Dehérain a montré dans différents mémoires les pertes notables que subissent les terres restant sans culture pendant l'automne. Les pluies, abondantes pendant l'arrière-saison, entraînent beaucoup de nitrates qu'on retrouve dans les eaux de drainage. Or, ainsi que l'a prouvé l'éminent professeur de Grignon, ces pertes

1. *Annales agronomiques*, t. XVI, p. 5.

sont grandement atténuées quand la terre est occupée par une culture quelconque. Il nous suffit, pour notre cas particulier, de nous rapporter seulement aux quantités d'azote nitrique que laisse perdre un sol cultivé en betteraves ou en pommes de terre. Dans le premier cas, les pertes sont toujours plus faibles que dans le second [1], soit parce que les betteraves occupent le sol pendant un plus long temps, soit encore parce qu'elles assimilent plus d'azote nitrique et qu'elles en restituent environ la moitié par les feuilles et les collets enterrés dans le sol qui a porté la betterave.

Ces considérations sont suffisantes pour expliquer la différence des rendements de l'avoine après l'une ou l'autre de ces deux plantes sarclées.

Culture du trèfle.

Dans l'assolement quadriennal suivi à la Station agronomique, le trèfle succède à l'avoine. Nous le semons dans cette céréale au printemps et nous l'enfouissons par un léger fourchage. Après la moisson, le sol restant libre, cette légumineuse se développe bien et devient assez vigoureuse pour résister aux froids de l'hiver. Il est du plus haut intérêt, quand on cultive le trèfle dans ces conditions, de le semer dans une avoine hâtive. Actuellement c'est après l'avoine Ligowo que nous obtenons les meilleures récoltes de trèfle. Nous reviendrons, au reste, sur ce sujet en parlant des cultures de 1893.

Le trèfle a des exigences particulières sous le rapport des engrais ; il est indispensable, pour qu'il se développe normalement, que le sol ait été bien fumé antérieurement. C'est là une condition absolument nécessaire. Si cette légumineuse ne trouve pas dans la terre une quantité suffisante de matières organiques, les récoltes sont fort aléatoires et la culture devient quelquefois impossible. C'est ce qui découle des expériences entreprises par M. Dehérain il y a quelques années [2]. Il est bien à remarquer qu'une fumure récente est beaucoup moins efficace que les résidus laissés par des fumures plus anciennes.

1. M. Dehérain. Eaux de drainage des terres cultivées, *Annales agronomiques*, t. XX, p. 5.
2. *Annales agronomiques*, t. XVIII.



TABLEAU III.

Numéros des parcelles.	NATURE DES CULTURES ET DES FUMURES — En 1888.	En 1889.	RENDEMENT A L'HECTARE — Fourrage vert. kilos.	Fourrage sec. kilos.
	Betteraves :	Avoine :		
40	50.000 kil. fumier, 100 kil. nitrate, 200 kil. sulfate d'ammoniaque	Sans engrais . . .	30.450	8.290
41	30.000 kil. fumier, 200 kil. sulfate d'ammoniaqne..	— — . . .	30.430	9.340
42	30.000 kil. fumier, 200 kil. sulfate d'ammoniaque .	— — . . .	28.670	8.480
43	30.000 kil. de fumier . . .	— — . . .	27.940	8.520
44	100 kil. nitrate, 100 kil. sulfure d'ammoniaque..	10,000 kil. fumier.	25.100	7.480

Le tableau III fournit de nouveaux arguments à cette manière de voir. La parcelle **44**, qui donne le rendement le plus faible, est la seule qui n'ait pas reçu de fumier de ferme en 1888 et la seule également qui en ait reçu en 1889. Les parcelles **41** et **43**, qui ont reçu 30,000 kilos de fumier en 1888, donnent les plus forts rendements. Il ne semble pas toutefois qu'une forte fumure soit plus avantageuse qu'une fumure moyenne. Si nous comparons entre elles les parcelles **40** et **41** nous constatons que les rendements en vert sont sensiblement égaux, mais que la récolte sèche accuse une différence de 1,050 kilos en faveur du n° **41** qui avait reçu en 1888 une fumure inférieure à celle du n° **40**.

Les cultures du champ d'expériences en 1891.

Résumé météorologique.

La fin de l'année 1890 et le commencement de 1891 ont été marqués par des froids très intenses. La température moyenne des mois de décembre et de janvier est restée inférieure à 0 degré ; à Grignon, le thermomètre est descendu à 23 degrés dans le mois de décembre, et plusieurs fois à 15 degrés dans le courant de janvier. La terre était gelée à plus de 50 centimètres de profondeur et la plupart des blés d'hiver ont été détruits.

Le tableau suivant rend compte de la température moyenne et de la distribution de l'eau pendant l'année culturale 1890-1891.

		Température moyenne.	Pluie tombée en millimètres.
		—	—
1890.	Octobre	9°,39	23.4
—	Novembre	6°,43	62.6
—	Décembre	3°,1	19.02
1891.	Janvier	0°,6	21.20
—	Février	2°,5	4.9
—	Mars	6°,5	61.2
—	Avril	8°,0	45.1
—	Mai	12°,7	83.7
—	Juin	16°,8	80.2
—	Juillet	17°,4	74.1
—	Août	16°,8	41.6
—	Septembre	16°,0	29.8
		Pluie totale. . .	536.72

Il y a eu vingt-huit jours de gelée pendant le mois de décembre et vingt et un jours pendant celui de janvier ; peu de neige sur le sol ; année assez pluvieuse.

Culture du blé.

Les blés d'automne — à l'exception du Schlanstedt que nous avons conservé — ont été littéralement gelés et nous avons dû les remplacer par des blés de printemps. On a choisi de préférence des variétés du Centre et du Nord : blés des Merchines, de Rambouillet, de Saumur et Goldendrop. Les semis effectués le 5 mars ont été assez réguliers, seul le blé des Merchines était un peu clair.

Le printemps a été relativement doux et pluvieux ; la végétation a été rapide et, bien que la terre ait été travaillée dans de mauvaises conditions, nous avons obtenu des résultats passables.

Résistance du blé à la gelée. — M. E. Renou, membre de la Société nationale d'agriculture de France, a eu l'obligeance de nous communiquer son mémoire sur la congélation des végétaux. Nous en extrayons le paragraphe suivant :

« On sait, écrit l'éminent météorologiste, que le blé gèle quelquefois, quand la terre étant dépourvue de neige, une gelée un peu forte survient après un dégel ; si cette explication était suffisante, le blé dans nos pays gèlerait tous les ans, car aucun hiver ne se passe sans qu'il y ait des alternances de gelée et de dégel.

TABLEAU IV. — Cul-

NUMÉROS des parcelles.	CULTURES ET FUMURES en 1890.	NATURE ET POIDS de l'engrais. distribué en 1891.
		Blé des
1	Pomme de terre, sans engrais	Sans engrais . . . .
3	— —	200 kil. superphosphate. . . . . .
4	— —	200 kil. chlorure de potassium. . .
6	— —	200 kil. superphosphate, 200 kil. chlorure de potassium . . . . .
7	— —	200 kil. superphosphate, 200 kil. nitrate, 200 kil. chlorure de potassium . . . .
8	— —	Sans engrais . . . .
9	— —	102 kil. superphosphate, 100 kil. nitrate, 100 kil. chlorure de potassium . . . .
41	Trèfle	Sans engrais . . . .
		Blé de
17	Maïs, 30,000 kil. fumier, 200 kil. nitrate. .	Sans engrais. . . . .
18	— — . .	200 kil. superphosphate. . . . . .
19	Maïs, 40,000 kil. fumier, 200 kil. nitrate. . .	200 kil. chlorure de potassium . .
20	Betterave, 30,000 kil. fumier, 200 kil. nitrate	200 kil. superphosphate, 200 kil. nitrate, 200 kil. chlorure de potassium . . . .
43	Trèfle	Sans engrais . . . .
		Blé de
33	Pomme de terre, sans engrais	Sans engrais . . . .
34	— —	200 kil. superph., 200 kil. nitrate.
35	— —	200 kil. superphosphate, 200 kil. chlorure de potassium, 200 kil. nitrate . . . .
44	Trèfle	Sans engrais . . . .
49	Pomme de terre, sans engrais	Sans engrais . . . .
50	— —	200 kil. superphosphate, 200 kil. nitrate, 200 kil. chlorure de potassium . . . .
		Blé de
42	Trèfle	Sans engrais . . . .
71	Betteraves : 40,000 kil. fumier	400 kil. superphosphate. . . . . .
72	— —	200 kil. chlorure de potassium . .
73	Betterave, sans engrais.	200 kil. superphosphate, 200 kil. chlorure de potassium . . . . .
74	Betterave, 40,000 kil. fumier	200 kil. superphosphate, 200 kil. nitrate, 200 kil. chlorure de potassium. . . . .
75	— —	Sans engrais . . . .
		Blé de
40	Trèfle	Sans engrais . . . .
51	Pomme de terre.	200 kil. nitrate de soude . . . . .

ture du blé en 1891.

DÉPENSE d'engrais.	POIDS de grain.	VOLUME du grain.	POIDS de la paille.	VALEUR du grain à 23 fr. le quintal.	VALEUR de la paille à 4 francs les 100 kilos.	VALEUR de la récolte.	BÉNÉFICE frais fixes ; 300 fr.
fr. c.	quint. mét.	hectol.	quint. mét.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.
Merchines.							
»	17 00	21 76	76 00	391 00	304 00	695 00	395 00
20 00	17 00	21 76	86 00	391 00	344 00	735 00	415 00
36 00	14 00	17 97	84 00	322 00	336 00	658 00	322 00
56 00	17 00	21 76	65 00	391 00	260 00	651 00	295 00
104 00	20 00	25 60	80 00	460 00	320 00	780 00	376 00
»	19 00	24 32	66 00	437 00	264 00	701 00	401 00
42 00	18 00	23 04	75 00	414 00	300 00	714 00	382 00
»	14 00	17 97	76 00	322 00	304 00	626 00	326 00
Rambouillet.							
»	30 00	38 40	87 00	690 00	348 00	1.038 00	738 00
20 00	29 00	37 12	83 00	667 00	332 00	999 00	679 00
36 00	30 00	38 40	83 00	690 00	332 00	1.022 00	686 00
104 00	26 00	33 28	85 00	598 00	340 00	938 00	534 00
»	21 00	26 88	59 00	483 00	236 00	719 00	419 00
Saumur.							
»	20 00	25 60	75 00	460 00	300 00	760 00	460 00
68 00	21 00	26 80	84 00	483 00	336 00	819 00	451 00
80 00	21 00	26 88	81 00	483 00	324 00	807 00	427 00
»	17 00	21 76	54 00	391 00	216 00	607 00	307 00
»	21 00	26 88	84 00	483 00	336 00	819 00	519 00
80 00	19 00	24 32	81 00	437 00	324 00	761 00	381 00
Goldendrop.							
»	23 00	29 90	69 00	529 00	276 00	805 00	505 00
40 00	28 50	37 05	72 00	655 50	288 00	943 50	603 50
36 00	30 50	39 65	72 50	701 50	290 00	991 50	655 50
56 00	30 00	39 00	65 00	690 00	260 00	950 00	594 00
104 00	31 00	40 30	68 00	713 00	272 00	985 00	581 00
»	29 00	37 70	58 00	667 00	232 00	899 00	599 00
Schlanstedt.							
»	8 00	10 32	20 00	184 00	80 00	264 00	36 00
48 00	17 00	21 66	51 00	391 00	204 00	595 00	247 00

« Mais le blé ne gèle que lorsqu'il a fait, pendant une semaine au moins, une température chaude atteignant jusqu'à 13 degrés environ ; sous l'influence de cette température le blé pousse et on voit au ras du sol une partie presque blanche et extrêmement tendre ; c'est cette partie tendre qui est très sensible à la gelée, mais il faut, pour produire la congélation, que la température de l'air à 2 mètres au-dessus du sol descende jusque vers 13 degrés au-dessous de zéro. Ainsi un abaissement de 26 degrés au moins de température est nécessaire pour détruire le blé ; il est non moins nécessaire que cet abaissement se fasse en quelques jours, autrement le blé se raffermit, verdit et ne craint plus la gelée.

« Ainsi, pour que le blé soit détruit par le froid, il faut une chaleur suffisante et assez prolongée pour qu'il entre en végétation ; une température voisine de 12 ou 13 degrés succédant en quelques jours à la chaleur ; un sol découvert de neige, ou, ce qui est encore bien plus dangereux, un sol couvert de 1/2 ou 1 centimètre de neige ; le dégât sera alors bien plus grand que sur une terre sèche.

« On voit pourquoi le blé ne gèle pas souvent; pourquoi les blés faits un peu plus tôt ou un peu plus tard n'éprouvent point de dommage, les conditions nécessaires à la production des dégâts ne se rencontrant heureusement pas souvent réunies. »

Il est curieux de constater que le blé résiste, dans les conditions ordinaires, à de très basses températures. L'interprétation de M. Renou est très instructive et particulièrement intéressante. Il ne nous semble pas inutile cependant de faire entrer, dans les causes de congélation du blé, la longue durée des gelées. Nous avons vu à différentes reprises, et notamment en 1892, le thermomètre descendre, à l'École de Grignon, à 17 degrés ; le blé cependant a moins souffert qu'en 1891, bien que la récolte ait été mauvaise. Est-ce parce que la terre n'est pas restée aussi longtemps gelée? C'est, à notre avis, la seule explication qui paraisse logique. Il est bien naturel de croire que quand le sol est gelé à une profondeur de $0^m,50$ et que le gel persiste pendant quinze ou dix-huit jours, les racines des végétaux et le végétal tout entier sont cruellement éprouvés.

L'influence des variétés joue aussi un rôle considérable; le Schlanstedt que nous avions conservé à titre de renseignement s'est montré très résistant à la gelée; quand on lui a donné, au

printemps, 200 kilos de nitrate de soude il a pu fournir 17 quintaux métriques de grain et 51 quintaux de paille.

Blés de printemps. — Parmi les différentes variétés que nous avons signalées plus haut, il en est une qui attire particulièrement notre attention : c'est le Goldendrop. Voilà, en effet, un blé d'hiver qui nous donne comme culture de printemps les plus forts rendements. Les parcelles **71, 72, 73, 74** et **75**, cultivées en betteraves l'année précédente, ont donné en moyenne 30 quintaux métriques de grain, rendement que nous obtenons dans les années ordinaires avec les blés à épis carrés; le Goldendrop, habituellement considéré comme variété d'automne fort appréciée dans différentes régions, peut donc devenir un excellent blé de mars.[1]

Le Goldendrop n'est pas le seul blé des deux saisons, M. Paul Genay a signalé également le blé rouge hâtif d'Alsace. « Cette variété, écrit le distingué cultivateur de Bellevue, est intermédiaire entre le blé de Bordeaux et le blé de Noé; en raison de sa rusticité on peut le semer au printemps ou à l'hiver, comme blé de printemps elle peut fournir 26 hectolitres à l'hectare; le grain est un peu retrait. »

Cependant tous les blés d'hiver ne jouissent pas de cette faculté ainsi que nous le verrons plus loin; il y a des raisons physiologiques, encore inconnues, qui rendent telle variété plutôt que telle autre apte à tel mode de culture. Il est permis de supposer que les blés à développement rapide, comme le Goldendrop, sont particulièrement prédisposés à devenir, soit des variétés d'hiver, soit des variétés de printemps.

Le blé des Merchines a donné les plus mauvais résultats. Nous avons déjà dit qu'il avait été clairsemé, il ne faut pas croire cependant que cette raison seule doit prévaloir. Il y en a une autre, plus importante que la précédente : c'est que ce blé a été semé sur prairie récemment défrichée. Les parcelles **1, 3, 4, 6, 7, 8** et **9** sont des anciennes prairies défrichées; ainsi que l'a montré M. Paturel, on éprouve beaucoup de difficultés à remettre en culture de semblables terres ; les céréales en particulier y réussissent très mal et deviennent la proie d'une multitude d'insectes et particulièrement des taupins.

L'action des engrais n'est pas bien manifeste. Le superphosphate de chaux, qui avait donné de bons résultats dans les parcelles épuisées, n'a pas d'effet sensible dans celles qui sont régulièrement

fumées; le chlorure de potassium est inefficace sur les terres du champ d'expériences, qu'elles soient épuisées ou non.

C'est après une plante sarclée bien fumée que le froment a donné encore les meilleurs rendements.

L'effet du nitrate de soude est manifeste sur la parcelle **51** cultivée en Schlanstedt; et bien que sa récolte ait été plus abondante après cette fumure, elle est tellement faible, qu'il ne semble pas y avoir intérêt à conserver les blés d'hiver quand ils ont été aussi cruellement éprouvés qu'en 1891; il est bien préférable de bouleverser le sol après la gelée, et de l'ensemencer en blé de printemps.

Les cultures du blé de 1891 peuvent servir à renseigner le cultivateur sur les variétés à semer, quand, par l'effet de la gelée, les blés d'hiver sont détruits, et tout d'abord répétons, en nous appuyant sur les rendements des parcelles **40** et **51**, qu'il ne faut pas conserver un blé mis en mauvais état par la gelée, on n'en fait rien de bon. Le blé étant détruit, il faut semer de nouveau; il suffit de voir le tableau IV, pour se décider à l'abandon du blé des Merchines et du blé de Saumur, mais au contraire on peut hésiter entre le blé de Rambouillet (probablement identique avec le Chiddam blanc de mars) et le Goldendrop. Ce dernier est beaucoup plus connu, et le marché en est bien approvisionné; en outre le rendement a été un peu supérieur, tandis que le blé de Rambouillet a donné en moyenne $27^{qm},2$ à l'hectare, le Goldendrop en a fourni $28^{qm},66$, ce qui est un fort rendement pour un blé de printemps.

Culture de l'avoine.

L'eau tombée pendant le printemps et l'été ayant été assez considérable, les récoltes d'avoine n'ont pas trop souffert. Les parcelles **22, 23, 24** et **25** ont donné chacune 36 quintaux métriques de grain correspondant à 75 hectolitres environ.

L'avoine des Salines se montre encore supérieure à celle de Houdan. Si nous comparons successivement les numéros **22**, et **27, 23** et **26, 24** et **28**, nous constatons que l'avoine des Salines, succédant à une même culture ayant reçu la même fumure, donne 4 ou 5 quintaux métriques en plus de grains par hectare.

La parcelle **21** épuisée a reçu du superphosphate de chaux à raison de 200 kilos sur le côté Est; le rendement n'a pas été sensiblement plus élevé. Ainsi que l'a observé déjà M. Dehérain : les

TABLEAU V. — Culture de l'avoine en 1891.

NUMÉROS des parcelles.	CULTURES PRÉCÉDENTES	ENGRAIS DISTRIBUÉ	DÉPENSE d'engrais.	POIDS du grain.	VOLUME du grain.	POIDS de la paille.	VALEUR du grain à 17 fr. les 100 k.	VALEUR de la paille à 3 f. 50 les 100 k.	VALEUR de la récolte.	BÉNÉFICE Frais fixes, 300 fr.
			fr. c.	quint. mét.	hectol.	quint. mét.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.
		Avoine des Salines.								
2	Pommes de terre, sans engrais	100 kil. superphosphate, 100 kil. chlorure de potassium	28 00	37 00	76 28	65 00	629 00	227 50	856 50	528 50
21	Betteraves, 100 kil. chlorure	100 kil. superphosphate	10 00	29 00	59 79	48 00	493 00	168 00	661 00	351 00
22	Betteraves, 30,000 kil. fumier, 200 kil. nitrate	Sans engrais	»	36 00	74 22	66 00	612 00	231 00	843 00	543 00
23	Betteraves, 30,000 kil. fumier, 200 kil. nitrate	—	»	36 00	74 22	67 00	612 00	234 50	846 50	546 50
24	Betteraves, 30,000 kil. fumier, 200 kil. nitrate	—	»	36 00	74 22	74 00	612 00	259 00	871 00	571 00
25	Betteraves, 30,000 kil. fumier, 200 kil. nitrate	—	»	36 00	74 22	81 00	612 00	283 50	895 50	595 50
		Avoine de Houdan.								
26	Betteraves, 20,000 kil. fumier et 200 kil. nitrate	Sans engrais	»	31 00	62 00	57 00	527 00	199 50	726 50	426 50
27	Betteraves, 30,000 kil. fumier et 200 kil. nitrate	—	»	32 00	64 00	56 00	544 00	196 00	740 00	440 00
28	Betteraves, 30,000 kil. fumier et 200 kil. nitrate	—	»	33 00	66 00	57 00	561 00	199 50	760 50	460 50
29	Betteraves, 30,000 kil. fumier et 200 kil. nitrate	—	»	31 00	62 00	54 00	527 00	189 00	716 00	416 00
30	Betteraves, 30,000 kil. fumier et 200 kil. nitrate	—	»	30 00	60 00	54 00	510 00	189 00	699 00	399 00
31	Betteraves, 10,000 kil. fumier et 200 kil. nitrate	—	»	30 00	60 00	58 00	510 00	203 00	713 00	413 00
32	Betteraves, 30,000 kil. fumier et 200 kil. nitrate	—	»	27 00	54 00	57 00	459 00	199 50	658 50	358 50

superphosphates n'ont pas d'action sur l'avoine au champ d'expériences, mais ce n'est pas sans quelque étonnement qu'on constate que, sur cette parcelle **21** restée sans engrais azoté depuis 1875, l'avoine donne encore une récolte très passable de 29 quintaux métriques correspondant à près de 60 hectolitres. L'avoine est certainement une plante très rustique sur laquelle il est inutile de faire des dépenses d'engrais, il serait bien intéressant de pénétrer la cause de sa rusticité, de savoir pourquoi elle trouve à s'alimenter là où le blé a peine à vivre.

Culture du trèfle.

En 1891, la récolte du trèfle a été supérieure à celle de 1890. Seule la parcelle **65** nous donne le plus faible rendement; le semis était assez irrégulier.

Numéros des parcelles.	Fumures des cultures précédentes		Rendement à l'hectare	
	En 1889.	En 1890.	Fourrage vert.	Fourrage sec.
—	—	—	—	—
			kilos.	kilos.
	Pommes de terre :	Avoine :		
61	20.000 kil. de fumier.	Sans engrais......	27.580	10.070
62	50.000 — —	— —	38.500	11.860
63	50.000 — —	— —	34.070	11.050
64	30.000 — —	— —	39.010	12.300
65	20.000 — —	— —	24.350	8.100
68	30.000 — —	— —	44.260	11.900
	Betteraves :			
76	60.000 kil. de fumier.	— —	47.600	13.850
77	60.000 — —	— —	50.540	12.800
78	60.000 — —	— —	43.550	11.880

Nous avons déjà insisté, dans le compte rendu des cultures de 1890, sur les exigences du trèfle au point de vue des matières organiques; le fait se vérifie ici encore une fois. Il semble toutefois, qu'après des betteraves fortement fumées précédant l'avoine, le trèfle donne de meilleurs rendements qu'après l'avoine succédant à des pommes de terre. La parcelle **64**, qui avait porté des pommes de terre fumées à raison de 30,000 kilos, donne des récoltes un peu supérieures à celles obtenues dans les numéros **62** et **63** ayant reçu la même culture mais avec une plus forte dose de fumier de ferme (50,000 kilos), on n'a pas obtenu un rendement aussi élevé.

La récolte de 1891 est supérieure à celle de 1890; il n'est pas difficile d'en trouver la raison; si on fait la somme de la pluie en mars, avril et mai on trouve : 1890, 111.7, 1891, 190.0. Or, ainsi que M. Dehérain l'a fait observer bien souvent, les années où le printemps est pluvieux sont celles qui fournissent sur notre sol sec de Grignon les meilleures récoltes.

Culture du chanvre.

Nous avons essayé, à la Station agronomique, de cultiver du chanvre pour la première fois ; nous n'y avons pas réussi. A quelle cause cet échec peut-il tenir? Quelles sont les raisons qui l'ont amené?

Le chanvre est une plante très exigeante et assez délicate comme engrais et comme terrains; il faut des sols profonds et riches surtout en matières organiques. Notre sol de Grignon est cependant assez profond puisque, en différents points, il offre une épaisseur de plus de 1 mètre; ce n'est pas à cela qu'on peut attribuer les faibles résultats obtenus; il est plus naturel d'évoquer la quantité insuffisante d'humus.

Au reste, en consultant le tableau suivant, on peut constater que le rendement le plus abondant a été fourni par la parcelle **36** qui avait reçu à l'automne une fumure de 50,000 kilos de fumier.

Nos des parcelles.	CULTURES antérieures.	ENGRAIS DISTRIBUÉS	POIDS des pieds mâles.	POIDS des pieds femelles verts.	POIDS des pieds femelles secs.	GRAINS	PAILLE
—	—	—	—	—	—	—	—
			kil.	kil.	kil.	kil.	kil.
	Blés :						
36	Sans engrais . .	50.000 kil. de fumier..	1.200	9.400	4.500	1.100	2.400
37	— — . . .	Sans engrais	470	3.800	2.100	400	1.300
38	300 kil. nitrate de soude . . .	— —	620	5.000	2.459	600	1.240
39	400 kil. nitrate de soude . . .	200 kil. de superphosphate et 200 kil. de nitrate de soude . .	650	4.970	2.150	700	800

La parcelle **39**, bien qu'ayant reçu des engrais chimiques, est restée inférieure aux numéros **37** et **38**. Le chanvre était partout petit, assez mince, nullement comparable à ces belles récoltes

qu'on voit dans les vallées de Picardie; en somme la culture a manqué. Il est bien à remarquer qu'il est difficile d'introduire dans une contrée des plantes qui habituellement n'y sont pas cultivées; il y a déjà plusieurs années, M. Dehérain avait essayé à Grignon, la culture du lin, il a échoué, comme avec le chanvre en 1891. Autrefois, quand l'huile de colza était encore à un prix assez élevé, la culture du colza a été très en honneur en Seine-et-Oise; elle y est complètement abandonnée aujourd'hui, non seulement à cause de la concurrence redoutable des pétroles, mais aussi parce qu'à Grignon, toutes les crucifères sont la proie des altises; ils dévorent toutes les fleurs et la récolte est perdue. En réalité le nombre de plantes de grande culture est très restreint.

(*A suivre.*)

REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

Physiologie végétale.

Les nitrates sont-ils indispensables au développement des plantes cultivées? par M. O. Pitsch [1]. — Le blé d'hiver, l'orge d'hiver et d'été, l'avoine, les betteraves à sucre et les haricots, se sont développés normalement dans un sol privé de nitrates. Mais la récolte, comparée à celles que l'on obtenait avec les mêmes plantes dans une terre riche en salpêtre, était fort inégale, ordinairement très notablement inférieure. Il est probable que la différence eût été plus forte encore en pleine terre parce que les cultures en laboratoire ne manquent jamais d'eau.

Il semble indifférent que la terre reçoive l'ammoniaque à l'état de sulfate ou de phosphate.

Quand on ne donnait aucun engrais azoté, la récolte était le plus souvent aussi forte que dans une terre qui avait reçu au contraire un engrais ammoniacal. On aurait tort, néanmoins, de croire que dans ce cas la plante a dû tirer parti de quelque autre combinaison azotée, car la terre renfermait toujours une certaine quantité d'ammoniaque.

Il semblerait, d'après les recherches de l'auteur, que les espèces diverses ne se comportent pas de la même manière vis-à-vis de l'azote ammoniacal du sol. L'avoine surtout s'est toujours beaucoup mieux comportée avec les nitrates qu'avec l'ammoniaque; peut-être cela tient-il à la grande quantité d'eau que cette plante consomme pour produire l'unité de matière sèche. C'est là d'ailleurs un phénomène général; le salpêtre est plus utile que l'ammoniaque ou toute autre combinaison azotée; la différence en faveur du salpêtre se fait sentir dans tous les stades du développement, même dès

1. Das Ausland, 1893, nos 22 et 23; — *Bot. Centralbl.*, LVI, 314.

le premier instant. Les céréales mûrissent plus tôt avec le salpêtre qu'avec l'ammoniaque, les betteraves sont en général beaucoup plus sucrées.

L'affaire de nutrition à part, il semble que l'ammoniaque du sol agisse même d'une manière nuisible sur les jeunes plantes. Fréquemment, chez les céréales les pointes des premières feuilles meurent et ces feuilles se fanent de bonne heure. Chez les betteraves les jeunes feuilles se couvrent de taches brunes et périssent plus vite que sous l'influence du salpêtre; cependant ce symptôme ne se renouvelle pas sur les jeunes feuilles suivantes; il apparaît surtout avec une grande intensité, lorsque le soleil est très vif au début de la végétation et provoque par conséquent une forte transpiration.

De la formation de l'amidon, par M. O. Eberdt[1]. — D'après la doctrine émise il y a déjà une quinzaine d'années, par M. Schimper, les grains d'amidon prennent naissance dans les plastides, petits corpuscules riches en albuminoïdes, logés dans le protoplasma, et qui, au lieu de résulter d'une différenciation particulière du protoplasma, se multiplient par division, de sorte qu'un plastide provient toujours d'un autre plastide.

Plusieurs observateurs se sont déjà prononcés contre la doctrine de Schimper. M. Eberdt vient en grossir encore le nombre. Il s'accorde cependant avec M. Schimper sur ce point, que dans les parties privées de chlorophylle, la formation de l'amidon est liée à des corpuscules fortement albuminoïdes, les plastides de Schimper, ou, comme il les appelle, la substance fondamentale de l'amidon. Mais tandis que M. Schimper attribue aux plastides un rôle actif dans la formation de l'amidon, M. Eberdt ne voit en eux qu'un squelette passif, le rôle étant dévolu uniquement au protoplasma qui les environne, les transforme peu à peu en amidon à l'aide des produits de l'assimilation qu'il est en même temps chargé d'amener sur le lieu de la transformation.

L'auteur essaye en outre de démontrer que les plastides ne se forment pas par division de plastides antérieurs, mais qu'ils proviennent d'une différenciation du protoplasma.

Sur les phénomènes oligodynamiques dans les cellules vivantes, par C. Nægeli (mémoire posthume, publié par M. Schwendener)[2]. — Nægeli s'était proposé de vérifier les phénomènes de réduction produits sur le protoplaste des cellules de *Spirogyra*, lorsque celui-ci est en contact avec un sel d'argent, phénomènes dont les *Annales* se sont occupées à plusieurs reprises et dont la découverte est due à M. Lœw. Il avait trouvé que le sel d'argent, à un état de dilution extrême, pouvait rapidement entraîner la mort de l'algue et que même l'eau distillée ou l'eau distribuée par les conduites de la ville pouvait devenir mortelle. On a facilement démontré que cette action nocive n'est pas attribuable à des gaz dissous; il ne pouvait donc plus être question que de corps solides dissous en quantités infinitésimales ou « oligodynamiques ». Parmi ces corps, les métaux lourds et particulièrement le cuivre, occupent le premier rang.

1. Entstehungsgeschichte der Stärke. *Chem. Centralbl.*, 1892, I, 320.
2. *Denkschriften d. schweizerischen naturforschenden Gesellschaft*, XXXIII, 1893, 1.

Il suffit de plonger des pièces d'or dans l'eau pour observer sur les Spirogyres les phénomènes oligodynamiques, mais on peut supprimer ces phénomènes ou tout au moins en diminuer l'intensité en ajoutant à l'eau, soit du soufre, soit du charbon, soit encore du bois ou des algues en grandes quantités; les matières colloïdales, gélatine ou gomme, produisent le même effet préventif.

Il semble que les actions oligodynamiques puissent être transmises au verre. Les vases de verre qui avaient contenu des pièces d'or, lavés ensuite, puis employés pour la culture de Spirogyres, ont causé la mort de ces algues. On a songé aux effets possibles d'agents impondérables, mais l'électricité comme la chaleur ont été reconnues innocentes. Il s'agit bien réellement de l'influence des substances dissoutes dans l'eau. Les corps entièrement insolubles comme le charbon, la laine, etc., n'ont aucune action; l'or pur est dans le même cas, mais il suffit d'une partie de cuivre dans mille millions de parties d'eau pour produire le phénomène. L'eau en dissout jusqu'à saturation, puis il s'en précipite une certaine quantité, une nouvelle portion se dissout, et ainsi de suite; la partie précipitée s'attache solidement au verre et ne peut être enlevée que par les acides; c'est ainsi que s'explique la nocivité d'un verre dans lequel avait séjourné une monnaie d'or. Les matières solides soustraient à l'eau la minime quantité de matière dissoute; le rôle du charbon, du soufre, etc., est donc également expliqué. L'eau distillée ordinaire contient du cuivre, celle des conduites, les métaux dont celles-ci sont faites.

Il est important de distinguer les actions oligodynamiques de tous les autres troubles qui peuvent atteindre les cellules de *Spirogyra*.

Lorsque la cellule meurt naturellement, le ruban chlorophyllien spiral reste attaché au protoplasme pariétal; les poisons à dose toxique produisent le même effet, mais à dose oligodynamique, ils détachent du sac protoplasmique le ruban vert qui se contracte au centre de la cellulle; dans le premier cas la turgescence se détruit; elle se conserve au contraire pendant quelque temps dans le second; sous ce rapport les actions oligodynamiques se rapprochent des influences de l'électricité, de la chaleur et des champignons parasites.

Toutes les substances ne sont pas capables de produire des troubles oligodynamiques; ce sont surtout certaines matières difficilement solubles et parmi lesquelles il convient d'établir trois catégories : 1° celles qui, se dissolvant très lentement, finissent pourtant par donner des solutions assez riches. Ces matières peuvent être chimiquement vénéneuses à l'état de solution forte, mais ne sont oligodynamiques qu'en solution extrêmement étendue; 2° celles qui, se dissolvant beaucoup moins bien, sont oligodynamiques à l'état de solution saturée; 3° celles qui sont encore moins solubles et ne produisent aucun effet.

Comment expliquer qu'une seule et même substance, selon sa concentration, se comporte si différemment?

En solution concentrée la substance agit comme poison chimique, et cela si rapidement que les symptômes oligodynamiques n'ont pas le temps de se manifester. Les solutions très faibles sont au contraire incapables de causer

la mort par empoisonnement direct; les actions oligodynamiques occupent alors le premier plan et aboutissent à la mort « naturelle » de l'objet.

Il est inutile d'insister davantage sur les caractères si mystérieux des actions oligodynamiques. Cramer qui, après Nægeli, a fait des expériences absolument confirmatives, n'a pas réussi davantage à lever un coin du voile qui les couvre. VESQUE.

De l'influence de la fructification du hêtre sur les matières minérales et l'azote du bois et de l'écorce, par M. R. WEBER[1]. — M. R. Hartig nous a appris déjà qu'après une année où le hêtre a abondamment fructifié, les rayons médullaires ne renferment plus que la moitié ou même le tiers de la quantité d'amidon que l'on y avait trouvée l'année précédente dans des arbres du même âge. L'auteur s'est proposé de compléter ces données en étudiant au même point de vue les cendres et les matières azotées. A cet effet, il a comparé entre eux deux hêtres âgés de cent cinquante ans, dont l'un avait été abattu à la fin d'une année à Gênes, et l'autre deux années auparavant. Tous deux avaient poussé au même endroit. Les quantités de cendres ont été trouvées à peu près égales dans le bois et dans l'écorce, mais leur composition n'était pas la même, surtout en ce qui concerne les couches les plus externes du bois. La fructification a eu pour effet d'augmenter la teneur en potasse et en chaux et de diminuer celle en acide phosphorique et en acide sulfurique, mais la magnésie surtout a été réduite au tiers ou à la moitié. Les matières azotées ont subi le même sort que la magnésie. Il est incontestable que l'azote et la magnésie ont été surtout employés à la formation des graines. On pouvait s'y attendre et le fait est une intéressante confirmation des idées souvent exprimées, tout récemment encore par M. Lœw, sur le rôle physiologique du magnésium.

Ajoutons, pour finir, que la potasse varie avec l'épaisseur de l'anneau de bois, qu'elle augmente de la périphérie au centre du bois et de la base au sommet du tronc, en dedans de chaque couche annuelle.

L'oxalate d'ammoniaque produit par les champignons, par M. C. WEHMER[2]. — Ces expériences faites sur des champignons, et surtout l'*Aspergillus niger*, démontrent une fois de plus que la composition du substratum exerce une influence sur la nature des phénomènes chimiques dont l'organisme est le siège.

L'auteur a fait pousser les champignons sur des solutions de peptone de concentrations variées et contenant naturellement en outre les sels minéraux nécessaires. Il a vu qu'une partie importante de peptone est transformée en oxalate d'ammoniaque. On doit considérer l'ammoniaque comme un premier produit du dédoublement, l'acide oxalique ne se formerait que pour la lier, car on peut empêcher l'apparition de l'acide oxalique en ajoutant un autre acide, chlorhydrique ou phosphorique.

Les champignons qui sont incapables de neutraliser l'ammoniaque formée

1. *Forstlich-naturwissensch. Zeitschrift*, I, 1892, 13-22; *Bot. Centralbl.*, LI, 358.
2. *Jahresbericht d. Naturhistorischen Gesellsch. zu Hannover*, 1892, 90-106; — *Bot. Centralbl.*, II, 337.

par l'acide oxalique, périssent et, par conséquent, ne peuvent pas vivre sur une solution de peptone.

Plus de la moitié de l'azote de peptone peut passer dans l'oxalate d'ammoniaque. Le sucre diminue la formation de ce sel.

Sylviculture.

Sur les causes de la variation de la densité du bois, par M. E. Mer[1]. — La densité du bois dépend de deux facteurs: le rapport entre l'épaisseur des parois et la grandeur des cavités cellulaires; en second lieu le degré de lignification et d'imprégnation du bois par du tanin et de la résine.

On est frappé tout d'abord de la différence entre le bois de printemps et le bois d'automne. Cette dernière expression doit être remplacée par celle de bois d'été, car la formation de l'anneau ligneux s'achève dès la période comprise entre le 20 août et le 15 septembre. M. R. Hartig avait expliqué la différence entre le bois de printemps et le bois d'été par un changement dans la nutrition du cambium. Au printemps, où le travail de la chlorophylle n'est que faible, le cambium, peu nourri, ne produirait que des éléments grands et à parois minces, tandis que mieux nourri en été, il formerait des cellules à parois épaisses.

M. Mer démontre que cette opinion est erronée. En effet le maximun d'activité de la chlorophylle se présenterait au début de la période de végétation pour diminuer ensuite insensiblement dans le courant de l'été ; contrairement aux idées de M. R. Hartig, le cambium est donc moins bien nourri en été qu'au printemps. La richesse de la nutrition printanière permet au cambium d'édifier rapidement un grand nombre de cellules qui, en quelque sorte, faute de temps, ne reçoivent que des parois minces. Peu à peu l'intensité de l'accroissement diminue, les éléments anatomiques formés sont moins nombreux et les matériaux disponibles peuvent être entièrement employés à la construction des parois. En même temps les cellules prennent une forme plus aplatie dans le sens radial. On se rappelle que MM. Sachs et de Vries ont attribué cette forme aplatie à la compression exercée par l'écorce. M. Mer ne partage pas cet avis, il admet plutôt que la forme aplatie est une conséquence directe du faible accroissement de la région cambiale; dans les arbres ou les branches mal nourris on trouve cette forme déjà dans le bois de printemps.

En général le rapport en épaisseurs du bois de printemps et d'été est constant. L'accroissement débute au printemps dans les extrémités des rameaux, dans les lieux d'insertion des branches et à la base du tronc, pour s'étendre ensuite aux autres parties du tronc, aux fortes racines et finalement aux dernières ramifications de celles-ci. Il s'éteint exactement dans le même ordre.

Toutes choses égales d'ailleurs, la densité du bois dépend de la largeur d'une assise cellulaire; l'assise étroite est ordinairement la plus dense.

1. *Bull. de la Soc. Bot. de France*, 12 février 1892.

Le Gérant : G. Masson.

Paris. — Imprimerie L. Maretheux, 1, rue Cassette.

LA QUESTION DU BLÉ

PAR

M. D. ZOLLA

Lauréat de l'Institut, professeur à l'École d'agriculture de Grignon.

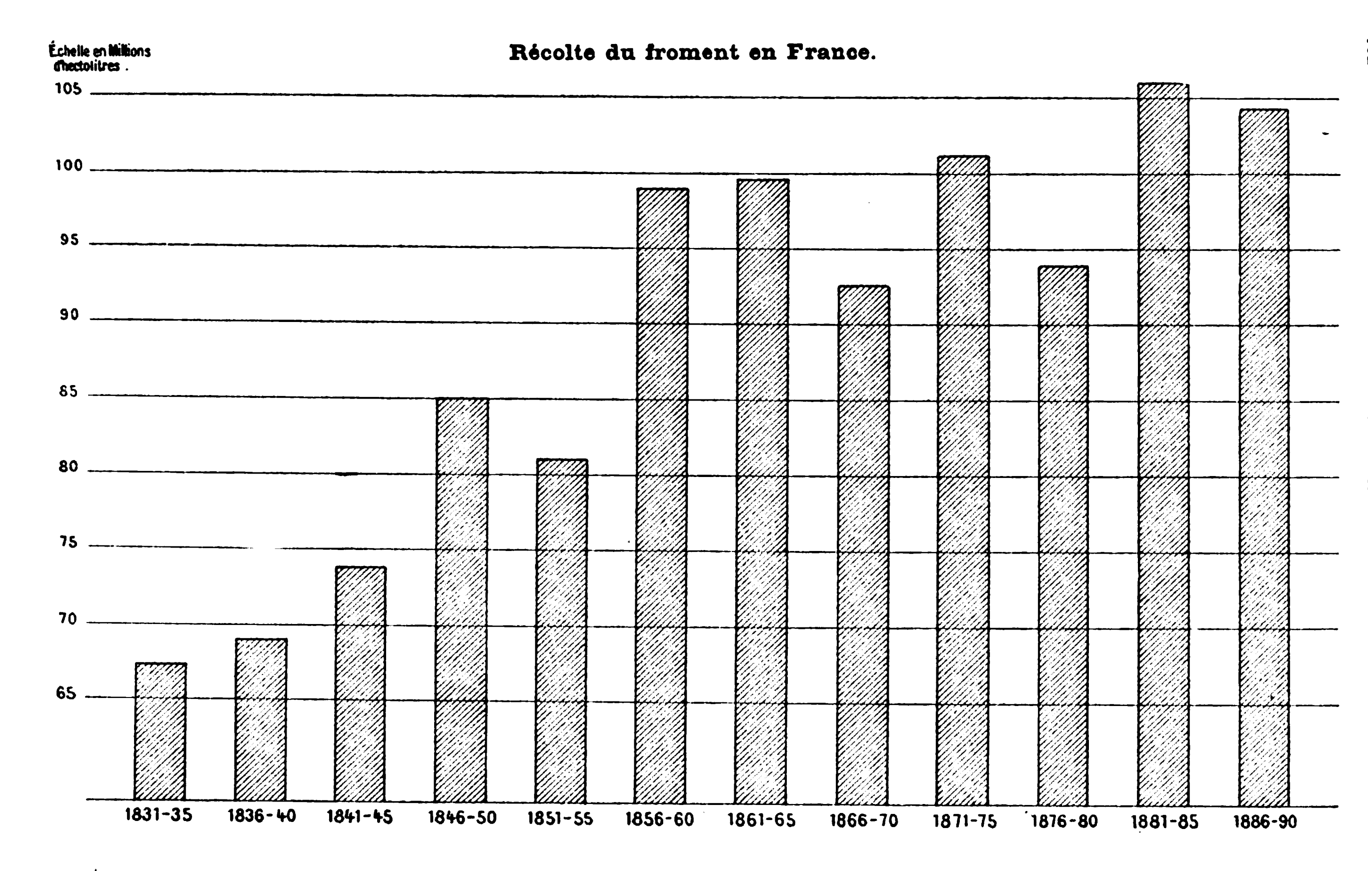
Il y a dix ans, ce titre eût été insuffisant, parce qu'il n'eût pas été assez clair. Aujourd'hui, tous les lecteurs sauront ce que nous avons voulu dire. Il ne s'agit point de la culture du blé, de son rendement à l'hectare, de l'action des engrais sur son développement, ou du choix des semences. A cette heure, ce ne sont pas les questions techniques, les questions scientifiques, qui intéressent le plus nos agriculteurs ; ce sont, presque exclusivement, les questions d'ordre économique.

Les cours du blé se sont abaissés. Quelle est la raison, ou quelles sont les causes de cette dépression? Comment peut-il se faire que le prix du froment ait diminué malgré le relèvement des droits de douane qui, avaient pour but d'arrêter la baisse ou de la limiter? Voilà ce dont il s'agit aujourd'hui. C'est là ce que l'on appelle la question du blé.

Chose curieuse, en effet, pour qui veut réfléchir, la crise agricole ne se traduit pas par un déficit de la production rurale. Nos champs ne sont pas moins féconds, notre terre de France n'est pas moins admirable qu'hier par la variété et l'inépuisable richesse de ses productions. Voici, notamment, le tableau de nos récoltes de blé. L'amélioration est sensible ; l'accroissement de notre production depuis soixante ans dépasse ce que pouvaient espérer nos grands-pères. Les chiffres suivants et le graphique que le lecteur a sous les yeux nous le prouvent surabondamment.

	RÉCOLTES DE FROMENT EN FRANCE — Millions d'hectolitres.
1831-1835	67
1836-1840	69
1841-1845	74
1846-1850	85
1851-1855	81
1856-1860	98
1861-1865	99
1866-1870	92
1871-1875	101
1876-1880	93
1881-1885	105
1886-1890	104




Récolte du froment en France.
Échelle en Millions d'hectolitres.
105
100
95
90
85
80
75
70
65
1831-35
1836-40
1841-45
1846-50
1851-55
1856-60
1861-65
1866-70
1871-75
1876-80
1881-85
1886-90

Depuis 1831, la récolte de la France en froment a passé de 67 millions à 104 millions d'hectolitres ! L'augmentation accusée par ces chiffres atteint donc 55 p. 100 en soixante ans. Dans le même espace de temps, les surfaces cultivées en blé s'accroissaient aussi. Elles étaient de 5,300,000 hectares vers 1831, et dans ces dernières années, le domaine du froment s'étendait sur 7 millions d'hectares. C'est un accroissement de près d'un tiers (32 p. 100), inférieur, du reste, à l'augmentation des récoltes, ce qui prouve une amélioration certaine de la productivité du sol et des procédés de culture employés.

En définitive, nos terres portent des moissons plus abondantes, la surface consacrée au froment s'est étendue, les rendements se sont élevés, et pourtant, malgré des progrès que nul ne conteste, malgré une abondance de produits que tout le monde est d'accord pour reconnaître, il existe une crise douloureuse dont les agriculteurs se plaignent amèrement.

Nos récoltes de blé ont augmenté de 55 p. 100, et ce sont précisément les producteurs de blé qui voudraient voir apporter un remède aussi prompt qu'efficace à leur situation devenue mauvaise !

Il est facile d'expliquer ce singulier désaccord et d'indiquer la cause des plaintes qui se font entendre.

Voici les cours de l'hectolitre de froment en France depuis vingt ans, par périodes quinquennales.

	PRIX de l'hectolitre de froment en France.
	fr. c.
1871-1875	23 70
1876-1880	22 30
1881-1885	19 40
1886-1890	18 20

De 1871 à 1875, l'hectolitre de blé s'est vendu en moyenne 23 fr. 70 ; de 1876 à 1880, ce prix s'abaisse déjà à 22 fr. 30 ; puis il tombe à 19 fr. 40 depuis 1881 jusqu'à 1886, et enfin, à 18 fr. 20 durant la dernière période de cinq ans. En vingt ans, le cours du blé a diminué de 5 fr. 50, ou de 23 p. 100, malgré le relèvement des droits de douane destinés à limiter la concurrence étrangère. Telle est la cause véritable de la crise dont le public agricole s'est ému ; tel est le phénomène inattendu qui semble déconcerter ou effrayer tout le monde.

Comment peut-il se faire que l'accroissement incontesté d'une production aussi importante que celle du blé ne suffise point à satisfaire ceux dont les efforts ont cependant tendu visiblement à l'obtenir? Est-il donc possible d'admettre, contre toute apparence, que l'abondance soit une cause de ruine? Chacun de nous cherche à multiplier les objets de consommation dont il dispose pour accroître en même temps les satisfactions qu'il recherche. Depuis soixante ans, les producteurs de froment ont augmenté leurs récoltes de plus de moitié en substituant cette céréale à celles que portaient leurs champs, ou en élevant progressivement les rendements de leur culture, et pourtant, d'un bout à l'autre de la France, les mêmes plaintes se font entendre. C'est qu'en réalité, la possession ou la production d'une denrée que nous ne consommons pas directement n'a pour nous d'autre importance et d'autre intérêt que sa valeur, c'est-à-dire son pouvoir d'acquisition par rapport à toutes les autres denrées ou à tous les autres services dont nous avons besoin. Si le prix d'un objet, c'est-à-dire l'expression monétaire de sa valeur, vient à baisser brusquement et d'une façon plus sensible que le prix des marchandises contre lesquelles il était jusque-là possible de l'échanger, le producteur de cet objet voit diminuer en même temps ses profits et sa richesse. C'est là certainement ce qui s'est passé, non pas seulement en France, mais encore en Europe, pour le froment.

L'erreur que nous ne saurions partager consiste à admettre que la baisse du froment est un événement qui peut compromettre non seulement l'avenir de cette culture, mais encore la situation de l'agriculture tout entière. On ne se trompe pas moins quand on croit que la baisse actuelle est un phénomène nouveau dont la cause peut être attribuée exclusivement à une transformation récente de la production dans les « pays neufs », à la réduction considérable des frais de transport, et, en un mot, à la concurrence étrangère.

Examinons successivement ces deux points.

LA CULTURE DU BLÉ EN FRANCE ET LES PRIX DE REVIENT.

Le produit brut total de l'agriculture française, c'est-à-dire le montant des denrées vendues par les agriculteurs ou consommées par eux et leurs familles, s'élevait, vers 1882, à 11 milliards de francs

en chiffres ronds. C'est là une évaluation modérée et inférieure aux chiffres officiels, comme nous l'avons montré ici même il y a quelques années[1]. Or, notre production moyenne en blé, durant la période décennale 1882-1891, est de 103 millions d'hectolitres. En retranchant 14 millions d'hectolitres pour les semences, il reste 89 millions représentant la portion de notre récolte vendue par les cultivateurs ou consommée directement par eux. D'autre part, le cours moyen de l'hectolitre étant de 18 fr. 72 durant la même série d'années, nous voyons que le produit brut de la culture du blé en France, pour les grains seulement, atteint 1,666 millions de francs. A ce chiffre il faut ajouter, environ, 334 millions pour représenter la valeur des pailles vendues par l'agriculture.

En résumé, le produit brut total de la culture du froment s'élève en chiffres ronds à 2 milliards de francs et représente ainsi 18.1 p. 100 du produit brut général de l'agriculture française. Cette proportion ne s'élève pas au delà du cinquième, bien certainement.

En admettant qu'il fût désormais impossible de réaliser un profit sérieux par la culture du blé, cette circonstance n'aurait pas le moins du monde pour effet de porter à l'agriculture tout entière un coup funeste, puisque le froment ne représente guère que le cinquième du produit brut total.

Il faut remarquer, d'ailleurs, que si le calcul des pertes ou des profits résultant de la culture du froment dans une exploitation rurale paraît chose fort aisée à certaines personnes, il est considéré par les hommes les plus compétents comme étant extrêmement difficile. Il n'existe pas en France un seul domaine agricole cultivé exclusivement en froment. Les dépenses de main-d'œuvre, de labours et autres travaux, les frais généraux, et surtout la valeur attribuée aux fumiers ou aux engrais en terre non absorbés par les plantes qui ont précédé le froment, en un mot tous ces éléments du débit d'un compte spécial se prêtent à des évaluations arbitraires. Il est malaisé de dégager la vérité au milieu de tant d'incertitudes. Les calculs qui s'appliquent à une exploitation ne sauraient être considérés comme exacts pour une autre, et « le prix de revient du blé en France » n'est qu'une moyenne fantaisiste dépourvue de toute valeur scientifique.

1. *Annales agronomiques*, t. XIV, p. 433. L'Enquête agricole de 1882, par D. Zolla.

Ce que l'on peut seulement montrer en s'appuyant sur des comptes dont tout le monde pourra contrôler l'exactitude, c'est qu'il existe précisément des exploitations où le prix de revient du blé est assez peu élevé pour qu'à l'heure actuelle la culture de cette céréale assure encore des profits.

Lors de la discussion récente qui s'est produite à la Chambre des députés, à propos du relèvement de la taxe d'entrée sur les blés étrangers, un membre du Parlement, M. Lesage, établissait ainsi le compte d'une sole de froment.

« Voici, disait-il, un aperçu de ce que me coûtent 4 hectares ensemencés en blé (terre légère et assez profonde) sur pommes de terre :

	francs.
Loyer de la terre à 50 francs l'hectare.	200
Labours et hersage pour couvrir la semence, 16 à 18 journées.	180
8 hectolitres de semences à 17 francs.	136
1,600 kilos de phospho-guano à 20 francs	320
Transport et épandage d'engrais	14
RESTE A DÉPENSER :	
Frais de moisson, charrois compris.	150
Battage de la récolte présumée (80 hectolitres) à 1 fr. 25 . .	100
Frais de nettoyage du grain et livraison	30
Assurance contre la grêle	20
TOTAL DE LA DÉPENSE	1.150
Sur cette somme, il convient de défalquer la valeur de la paille, soit 12,000 kilos à 32 fr. les 1,000 kilos. Ensemble .	384
En supposant que j'obtienne un rendement de 20 hectolitres à l'hectare, soit 80 hectolitres, ces 80 hectolitres me reviendront à	766
Soit 9 fr. 57 l'hectolitre.	

« Je ne prétends pas, ajoute M. Lesage, que ce soit là le prix de revient moyen. Evidemment, il y a des cas où il s'élève à 20 francs et même peut-être au delà ; j'ai fait moi-même du blé dont le prix de revient a dépassé la moyenne que je viens d'indiquer ; *mais enfin, on ne peut pas dire d'une façon générale et absolue : le blé coûte tel prix : c'est absolument impossible ! et moi qui fais la culture du blé depuis trente-quatre ans, je déclare qu'il ne m'a jamais coûté* 20 *francs l'hectolitre.* »

Voilà donc un exemple de culture permettant de produire du blé à moins de 10 francs l'hectolitre. Sans tenir compte de la valeur de la paille, ce prix s'élève seulement à 14 fr. 37.

Il n'est pas impossible d'indiquer d'autres prix de revient obte-

nus par quelques cultivateurs. Voici, par exemple, le détail du *compte blé* tel que nous l'avons copié sur les livres d'un habile agriculteur de Seine-et-Oise.

Frais à l'hectare (1884).

		fr.	c.
Mise en terre	Labours, hersage, roulage et ensemencements	79	47
	Fumier	150	09
	Semence	44	41
Echardonnage		»	72
Récolte	Moyettes, fauchage, liage	42	42
	Liens	9	40
	Battage	45	21
	Rentrée et meules	28	80
	Transports (grains et pailles)	40	13
Frais généraux et de réalisation.	Frais de vente et recouvrement	2	05
	Impôts personnels et prestations	1	31
	Fermage (impôt foncier à la charge du propriétaire).	114	30
	Réparations de l'outillage	6	25
	Rabais de l'outillage à l'inventaire	»	32
	Commis, entretien de bâtiments, menus frais et assurances	50	71
	TOTAL	617	59

Production à l'hectare.

		fr. c.	fr.	c.
Grains :	33 hectol. à	15 15.		
	2,696 kilos à	18 94 les 100 kil.	510	60
Pailles.	1,155 bottes de 5 kilos 9 à	29 fr. 36	339	22
		TOTAL	849	82

	fr.	c.
Bénéfice à l'hectare	232	23
Prix de revient de l'hectolitre de blé après déduction de la valeur des pailles	8	26

Voici les prix de revient calculés d'après la même méthode depuis 1884 jusqu'à 1893.

Prix de revient du blé après déduction de la valeur des pailles.

	PRIX DE REVIENT. fr. c.
1884	8 26
1885	9 73
1886	9 39
1887	8 40
1888	10 87
1889	12 38
1890	11 17
1891	13 92
1892	9 86

Nous n'avons pas à justifier les évaluations qui figurent dans ces comptes. Il nous a simplement paru intéressant de montrer que parmi les cultivateurs on en peut rencontrer dont la comptabilité accuse un prix de revient du blé inférieur à cette moyenne de 20 francs regardée aujourd'hui comme une limite minima.

Nous croyons, en tous cas, avoir suffisamment prouvé que si la culture du froment n'est plus aussi lucrative qu'autrefois, elle n'a pas cessé cependant d'être possible. La réduction des profits qu'elle assure n'entraîne pas nécessairement une diminution égale des gains obtenus sur l'ensemble de la production d'origine animale ou végétale d'une exploitation agricole.

Il est, en outre, bien étrange et bien illogique de soutenir que la diminution du prix du blé, en réduisant les profits d'une catégorie particulière de producteurs, diminue la consommation, en général, limite les débouchés de l'industrie, et nuit de proche en proche à toutes les classes de la nation. Ce raisonnement ne nous paraît pas bon. Une réduction du prix du blé laisse en réalité disponible dans la bourse de ceux qui achètent cette denrée la somme dont les agriculteurs auraient bénéficié si les cours avaient été plus élevés. Le pouvoir de consommation des acheteurs de blé est donc accru exactement de la quantité dont se trouve diminué celui des producteurs de blé. En un mot, il y a déplacement et non pas perte, comme on le soutient sans raison.

Mais, l'économie réalisée par les consommateurs de froment est très faible pour chacun d'eux et les intéressés ne songent point à la constater. La perte subie par un nombre relativement restreint de producteurs de blé est, au contraire, sensible, et le raisonnement que nous venons de signaler semble d'autant plus facile à accepter que la crise, qui s'étend à l'industrie comme à l'agriculture, le rend en même temps plus vraisemblable.

LA BAISSE DU PRIX DU BLÉ EST-ELLE UN PHÉNOMÈNE NOUVEAU ?

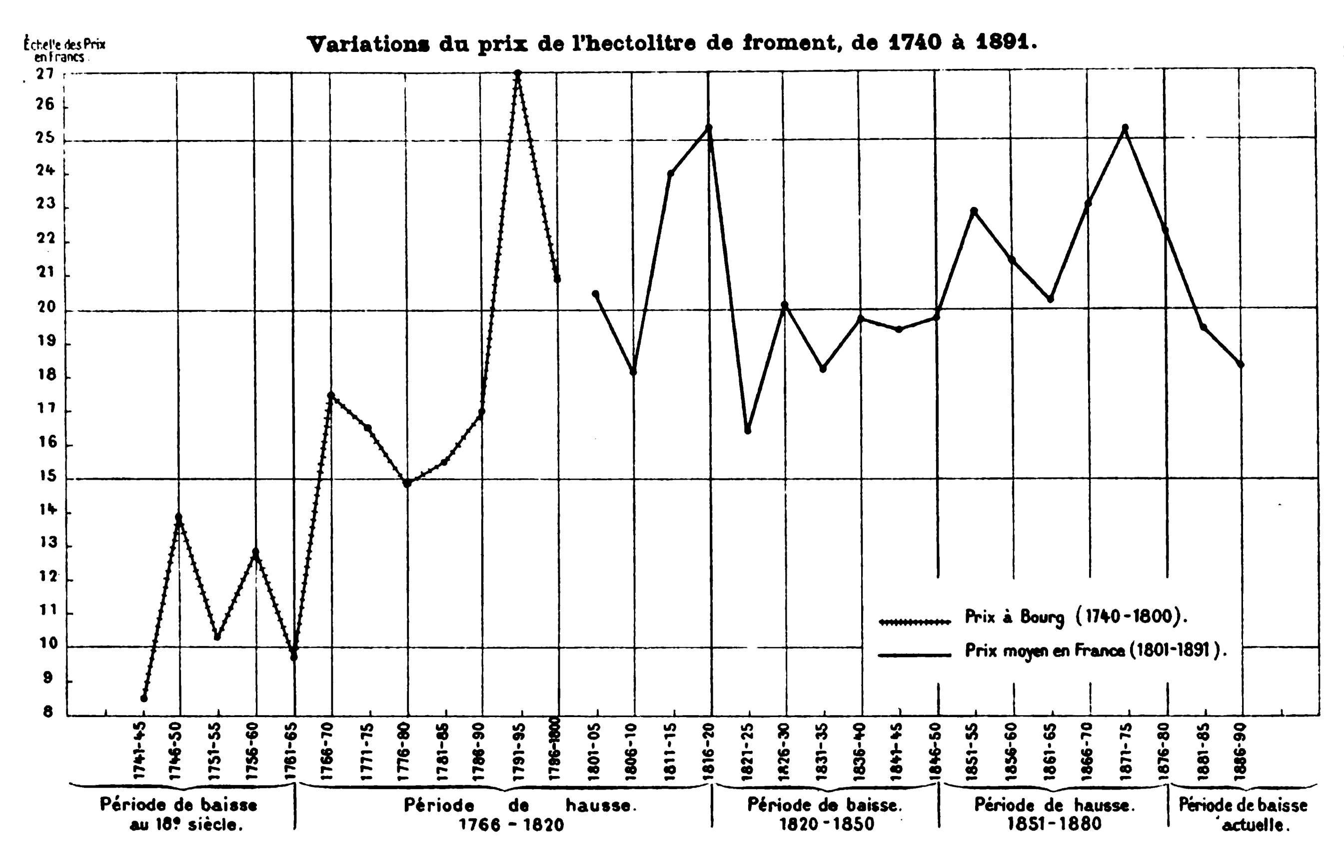
Il paraît fort naturel d'admettre également que la baisse actuelle est un phénomène nouveau. Parmi les hommes qui sont aujourd'hui éprouvés pas ce phénomène inattendu, aucun ne vivait à l'époque où les mêmes faits ont excité les mêmes craintes, provoqué les mêmes souffrances, et fait accepter les mêmes remèdes. Nous croyons, cependant, que pour comprendre la nature et

la portée de la baisse actuelle des cours des blés, il est précisément indispensable de remonter dans le passé et d'étudier les crises analogues à celle que nous traversons en ce moment.

En parlant ici [1] des variations du revenu et du prix des terres au XVIIIe siècle, nous avons montré avec quelle singulière rapidité le cours des principales denrées agricoles s'était élevé depuis la fin du règne de Louis XV, jusqu'à la veille de la Révolution. Le prix du blé notamment avait subi une hausse considérable. A partir de 1789 jusqu'en 1801, nous observons encore une élévation marquée des cours. Voici les mercuriales du marché de la Grenette de Bourg, pour la deuxième moitié du XVIIIe siècle ; et depuis 1801, les chiffres inscrits dans le tableau suivant sont les prix officiels pour la France entière.

		PRIX de l'hectolitre de froment. fr. c.
Période de baisse et de longue stagnation des prix au XVIIIe siècle.	1741-1745. . .	8 60
	1746-1750. . .	13 90
	1751-1755. . .	10 30
	1756-1760. . .	12 90
	1761-1765. . .	9 80
	MOYENNE. . . .	**11 10**
Période de hausse soudaine et considérable à la fin du XVIIIe siècle.	1766-1770. . .	17 50
	1771-1775. . .	16 50
	1776-1780. . .	14 90
	1781-1785. . .	15 50
	1786-1790. . .	17 10
	MOYENNE. . . .	**16 30**
Nouvelle période de hausse et de prix élevés (1791-1820).	1791-1795. . .	27 50
	1796-1800. . .	20 80
	1801-1805. . .	21 76
	1806-1810. . .	18 14
	1811-1815. . .	24 08
	1816-1820. . .	25 38
	MOYENNE. . . .	**22 93**
Première période de baisse rapide et de stagnation des prix au début du XIXe siècle.	1821-1825. . .	16 45
	1826-1830. . .	20 25
	1831-1835. . .	18 21
	1836-1840. . .	19 86
	1841-1845. . .	19 61
	1846-1850. . .	19 87
	MOYENNE. . . .	**19 04**

1. *Annales agronomiques*, t. XIII. Les variations du prix des terres en France, par D. Zolla.



Variations du prix de l'hectolitre de froment, de 1740 à 1891.
Échelle des Prix en francs
27
26
25
24
23
22
21
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
1741-45
1746-50
1751-55
1756-60
1761-65
1766-70
1771-75
1776-80
1781-85
1786-90
1791-95
1796-1800
1801-05
1806-10
1811-15
1816-20
1821-25
1826-30
1831-35
1836-40
1841-45
1846-50
1851-55
1856-60
1861-65
1866-70
1871-75
1876-80
1881-85
1886-90
Prix à Bourg (1740-1800).
Prix moyen en France (1801-1891).
Période de baisse au 18e siècle.
Période de hausse. 1766 - 1820
Période de baisse. 1820 - 1850
Période de hausse. 1851 - 1880
Période de baisse actuelle.

Pendant la première période, qui comprend vingt-cinq années et s'étend de 1741 à 1765, la moyenne du prix du blé n'a pas dépassé 11 fr. 10 l'hectolitre.

Brusquement, de 1766 à 1770, elle s'élève à 17 fr. 50, et, chose digne de remarque, les cours ne retombent plus désormais au niveau précédent. De 1766 à 1790, la moyenne atteint 17 fr. 70, et dépasse en conséquence de 5 fr. 20 le chiffre de la période précédente. En quelques années, la hausse obtenue et conservée atteint 46 p. 100. Durant la période de trente ans qui succède à la précédente, c'est-à-dire jusque dans les premières années de la Restauration, cette hausse si curieuse est encore plus marquée. Le cours moyen est de 22 fr. 93.

Nul ne songeait en ce moment à s'étonner de cette élévation des prix. On avait perdu le souvenir des longues années durant lesquelles le blé se vendait 11 fr. l'hectolitre !

Les vieillards eux-mêmes avaient assisté pendant leur jeunesse à la hausse prodigieuse qui marqua la fin du règne de Louis XVI. Qui pouvait prévoir une baisse, alors que depuis cinquante ans on observait une hausse nouvelle ou la fixité des cours au niveau si élevé qu'ils avaient atteint?

Brusquement, à partir de 1819, la baisse se produit. Elle déconcerte et effraie tout le monde. La concurrence des blés russes est signalée; on songe pour la première fois depuis bien des siècles à fermer nos frontières pour prévenir la dépression des cours. L'échelle mobile est votée; elle fonctionne. Successivement, en 1821 et en 1832, on cherche à modifier notre législation douanière pour arrêter les importations étrangères et la baisse qu'elle est accusée de provoquer. Néanmoins, depuis 1821 jusqu'à 1850, le cours moyen du froment ne dépasse pas 19 fr. 04 et ne s'élève, dans aucune des six périodes quinquennales qu'elle renferme, au delà de 20 fr. 25. Dans le cours de cette longue série d'années, le prix du blé reste inférieur de 3 fr. 79 à celui qu'il avait atteint depuis 1791 jusqu'à 1820. La baisse constatée s'élève à 16.5 p. 100.

Ce phénomène n'était pas particulier à la France. En Angleterre, la marche des prix avait été la même. Voici à ce sujet quelques chiffres précis empruntés au *Bulletin de statistique et de législation comparée* [1].

1. Numéro de septembre 1886.

Prix du blé en Angleterre par hectolitre.

	fr. c.
1801-1810	36 41
1811-1820	39 27
1821-1830	25 70
1831-1840	24 44
1841-1850	24 »

Malgré la législation douanière très résolument protectrice et fort restrictive appliquée en Angleterre aux blés étrangers, les cours intérieurs s'étaient donc abaissés. Ailleurs, il en était de même. Voici, par exemple, le prix de l'avoine et du froment en Prusse de 1816 à 1850.

Prix du blé et de l'avoine en Prusse[1] *par* 100 *kilos.*

	BLÉ. fr. c.	AVOINE. fr. c.
1816-1820	27 55	15 60
1820-1830	17 25	11 »
1830-1840	15 12	9 62
1840-1850	21 »	12 75

Dans la seconde moitié du XVIII[e] siècle, la hausse si rapide du blé que nous avons signalée n'avait pas été non plus un fait isolé. On pouvait constater en Angleterre une élévation semblable des cours. Chose digne d'attention, les principaux produits agricoles, la viande, le lait, le beurre, la volaille, les animaux de trait, etc., avaient augmenté de prix dans des proportions analogues. On voyait en même temps s'élever avec une prodigieuse rapidité le prix des fermages, et jusqu'aux loyers des maisons! Nous avons publié il y a quelques années le résultat de nos recherches à ce sujet [2], il nous a été possible de montrer la curieuse simultanéité de cette hausse dans les régions de la France les plus différentes, comme le Languedoc, le Maine, l'Anjou, la Bresse, l'Ile-de-France, etc., etc... Seuls, les salaires ruraux et les gages n'avaient pas augmenté dans la même proportion; cette étrange anomalie dont la portée économique et sociale nous paraît remarquable, est un des traits caractéristiques de la première

1. Chiffres empruntés à un article publié dans le *Jahrbuch für Gesetzgebung Verweltung und Volksweltschaft im deutschen Reich*, mars 1885. Leipzig, Dunder et Humblot.

2. *Annales agronomiques*, t. XIII, p. 441, année 1887.

période de hausse qui commence en 1765, pour finir en 1789. C'est après cette date que les salaires s'élèvent rapidement jusqu'au début de la Restauration.

Tous les faits que nous venons de rappeler en quelques mots s'observent durant la période de baisse que nous étudions en ce moment, et qui commence vers 1820; — seulement, la marche des prix se dessine et se prononce en sens inverse. C'est une baisse que l'on constate désormais pour la plupart des produits agricoles; les fermages diminuent au lieu de s'élever; et *les salaires restent stationnaires ou même continuent à s'élever légèrement, malgré la crise agricole qui atteint, dans leurs intérêts, les entrepreneurs de culture aussi bien que les propriétaires fonciers.*

Ainsi, en moins d'un siècle, de 1750 à 1830, les mêmes phénomènes économiques ont successivement frappé les contemporains dont la mémoire infidèle n'en pouvait faire revivre le souvenir. Sous le premier empire, on avait déjà oublié qu'avant la période de hausse et de prix élevés, traversée depuis près de trente ans, il s'était écoulé une série d'années plus longue encore durant laquelle le niveau moyen du prix des produits agricoles, et du blé, en particulier, était resté beaucoup plus bas.

La crise qui se déclare en 1820 et la baisse des prix qui en est la cause comme le signe, a donc surpris tout le monde. Peu de personnes ont songé à interroger le passé pour étudier, dans les siècles précédents, les variations successives des prix, et pour rechercher les causes générales qui avaient, au même moment, provoqué le retour des mêmes phénomènes dans l'Europe entière.

Ces études étaient à la fois trop difficiles et trop longues pour qu'elles pussent satisfaire des esprits inquiets, rassurer des intérêts menacés, et montrer au public une cause visible de malaise en même temps que le remède capable de le dissiper promptement. M. Amé, dans son intéressante *Etude sur les tarifs de douane*, dit à ce propos :

« Un fait dont on exagéra singulièrement les résultats, mais qui n'en avait pas moins une portée réelle, vint fournir aux intéressés un puissant moyen d'action. Pendant nos luttes de la République et de l'Empire, la culture des céréales dans les plaines de la Russie méridionale avait pris une notable extension. Écartés de nos marchés, soit par la fermeture des détroits,

soit par le blocus de nos forts, les blés de cette région se montrèrent tout à coup, lors de la paix, à Toulon et à Marseille... C'était une menace pour les propriétaires du Languedoc, que l'émancipation de Saint-Domingue avait déjà privés d'un de leurs principaux débouchés et qui, pendant la guerre, avaient approvisionné presque exclusivement le marché de la Provence.

« Quand tant d'autres industries cherchaient à s'abriter sous la protection des tarifs, ils ne pouvaient pas balancer à la demander aussi. Leurs réclamations furent pressantes, et le gouvernement, déjà préparé par l'exemple de la Grande-Bretagne, encouragé par les mesures que d'autres États, la Sardaigne, l'Espagne, le Portugal, prenaient contre l'importation étrangère, se décida à proposer un régime qui, pour la première fois en France, devait étendre aux grains le régime protecteur. »

La loi de 1819, qui organisa le régime de l'*échelle mobile*, fut votée sous l'empire de ces préoccupations communes à la plupart des propriétaires et des grands cultivateurs, directement atteints les uns et les autres par la baisse du prix du blé.

Nous examinerons, tout à l'heure, le mérite et les résultats de cette législation. Il nous suffit, en ce moment, de noter la tendance qu'elle révèle et de montrer que la naissance du protectionnisme agricole coïncide avec une baisse générale des prix.

Notons enfin, comme un dernier trait caractéristique de cette période si instructive pour nous à cette heure, les arguments déjà invoqués vers 1820 dans le but de justifier l'établissement du régime protecteur. On représenta les classes pauvres comme étant les premières intéressées à ce que les blés se maintinssent à un prix élevé; c'était, disait-on, le moyen d'encourager les propriétaires à développer leur culture et à conserver ainsi aux ouvriers les éléments de leur salaire et de leur subsistance.

Ce souci des intérêts de la démocratie rurale aurait été plus légitime et plus convenable à une autre époque. Depuis 1765 jusqu'à 1790, les salaires ruraux étaient restés très bas et presque toujours stationnaires, malgré la hausse inouïe des denrées alimentaires et, pourtant, nulle protestation ne s'était fait entendre à cette époque contre une aussi étrange anomalie qui permettait aux entrepreneurs de culture, aussi bien qu'aux propriétaires, de réaliser des profits considérables, ou de toucher des fermages toujours croissants.

Notons ce trait en passant sans nous y arrêter et suivons la marche des événements.

Nous sommes parvenus en 1850, et, comme nous l'avons montré, le cours du blé n'a pas encore subi de hausse. Celle-ci se déclare et s'accentue soudain, comme en 1766. Brusquement, le prix du froment s'élève au-dessus du niveau précédent et se maintient durant vingt-cinq ou trente ans à cette hauteur. Voici les chiffres qui en retracent les fluctuations.

Prix de l'hectolitre de froment.

		fr. c.
Période de hausse rapide durant la seconde moitié du XIXe siècle.	1851-1855. . .	22 92
	1856-1860. . .	21 76
	1861-1865. . .	20 31
	1866-1870. . .	23 19
	1871-1875. . .	25 37
	MOYENNE . . .	**22 71**
Seconde période de baisse à la fin du XIXe siècle	1876-1880. . .	22 36
	1881-1885. . .	19 48
	1886-1890. . .	18 28

De 1851 à 1855, le cours du froment passe à 22 fr. 92; après une réaction qui succède comme au siècle précédent à cette hausse brusque, les prix reprennent leur marche ascensionnelle. Pour la période 1851-1875 tout entière, la moyenne ressort à 22 fr. 72, chiffre sensiblement égal à celui de la période 1791-1820. Par rapport à la série d'années précédente (1820-1850), la hausse ressort à 3 fr. 68 par hectolitre, ou à 19 p. 100 ! Au moment où le cours du froment s'élevait, le prix du bétail et celui des principaux produits agricoles subissait également une hausse considérable.

Aussitôt, le revenu et la valeur des terres s'accroissent; l'invasion des blés russes cesse de paraître menaçante ; suspendue à plusieurs reprises de 1851 à 1860, l'échelle mobile disparaît en 1861 ; les droits sur le bétail ont été abaissés dès 1853; les importations s'accroissent, comme nous le montrerons bientôt, et pourtant les prix restent élevés.

Seuls, les salaires ruraux ne suivent pas la même marche. Comme au XVIIIe siècle, ils restent assez longtemps stationnaires ou s'élèvent lentement; et peu de personnes songent à s'en étonner ou à s'en plaindre. Nous pourrions donner bien des preuves de cette

anomalie déjà signalée plus haut. Bornons-nous à citer le passage suivant d'une instructive étude sur la situation du département de l'Aisne en 1884, par M. Risler, directeur de l'Institut national agronomique.

« Cependant, de 1850 à 1860, les salaires ne montèrent que lentement, et il y eut alors une période de prospérité magnifique pour l'agriculture du département de l'Aisne. Non seulement les betteraves donnaient de 400 à 500 francs de bénéfices nets par hectare, mais le blé qui les suivait se ressentait des cultures et des engrais qu'on leur avait prodigués; on obtint 3 ou 4 hectolitres de plus par hectare... De grandes fortunes furent réalisées à cette époque dans les cultures[1]. »

En 1858, M. Levasseur écrivait, à propos de l'influence de la hausse des prix sur la condition des personnes, les lignes suivantes :

« Je connais, sur les confins de la Brie, un village, pays de grande culture, dans lequel cinq ou six fermiers, profitant de la cherté des grains et du voisinage de Paris, font depuis quelques années de brillantes affaires. Les travailleurs à gages et le journalier sont loin d'avoir profité de ce nouvel état de choses. Les maîtres maintenaient autant que possible les salaires à leurs anciens taux. Les ouvriers se plaignaient. Les moissonneurs nomades, qui, chaque année, viennent du Nord louer leurs bras pour couper les récoltes, gagnèrent si peu en 1855 que leur gain leur suffit à peine pour payer leur nourriture et regagner leur village. La plupart ne voulurent pas revenir l'année suivante. Sur plusieurs points, il fallut avoir recours aux soldats pour faire la moisson. Les fermiers accordèrent une augmentation.

« Que l'on mette en parallèle l'augmentation de 20 à 50 p. 100 qu'ont reçue les moissonneurs avec l'augmentation du pain qui de 0 fr. 30 le kilo en 1848, s'éleva en 1856, dans le même village, à 0 fr. 45 et 0 fr. 50, c'est-à-dire, de 50 à 66 p. 100, et l'on comprendra que des gens dont le pain est la principale nourriture aient plus perdu que gagné à l'élévation des prix.

« On peut en dire autant des autres ouvriers de ferme. Dans le même village, la journée était de 2 francs, elle est maintenant de

1. *Rapport à M. le Ministre de l'agriculture sur la situation du département de l'Aisne en* 1884, par M. E. Risler. 1 brochure in-4°. Imprimerie Nationale, 1884, p. 11.

2 fr. 50 : augmentation de 25 p. 100. C'est peu en comparaison de l'augmentation du prix du pain.

« En définitive, dit M. Levasseur, la hausse des prix ne rend pas encore à l'ouvrier des campagnes l'équivalent de ce qu'il recevait, avant la cherté des vivres, et sans aucun doute, le changement lui a été jusqu'à présent peu favorable [1]. »

M. Levasseur parle ici d'un village des environs de Paris et il constate que la hausse nominale des salaires en argent ne compense pas la hausse des vivres. Cette situation était moins favorable encore dans les parties de la France où l'abondance des travailleurs agricoles déprimait les salaires. En Bretagne, par exemple, le prix de la journée du travailleur rural ne dépassait pas 1 fr. 50 et tombait souvent au-dessous de ce chiffre.

C'est plus de dix ans après la hausse des denrées alimentaires et celle du froment que la concurrence de l'industrie provoqua une élévation notable des salaires ruraux. Les mêmes faits ont pu être observés au XVIIIe siècle durant la période de la hausse dont il a déjà été question.

Nous voici arrivés à la période actuelle. Les contemporains ont oublié la longue stagnation des prix qui avait caractérisé les années de la Restauration et du gouvernement de Juillet. A partir de 1873, le cours du blé s'abaisse, et depuis 1880 cette marche est plus nettement marquée. En 1883, le cours de la viande subit également une dépression caractéristique. De toutes parts les plaintes s'élèvent; les fermages diminuent, la concurrence étrangère paraît menaçante. Une législation protectrice est réclamée et obtenue; en 1885, un droit de 3 francs par quintal frappe les froments étrangers à leur entrée en France; au mois de mars 1887, le droit est porté à 5 francs; cette année même (1894), en présence de la baisse persistante et inexplicable que l'on n'a pu encore arrêter, une taxe de 7 francs, égale à 45 ou 50 p. 100 de la valeur du froment importé, vient d'être votée par les Chambres.

Ne retrouvons-nous pas toutes les craintes déjà éprouvées, toutes les mesures déjà prises, toutes les conséquences déjà observées il y a soixante-cinq ans lorsque, en 1819, on parlait de la crise agricole et foncière, de l'invasion des blés russes, et de la baisse du prix des terres?

1. *La question de l'or*, par E. Levasseur, p. 203. 1 vol. in-8°. Paris, Guillaumin, 1858.

Ne dit-on pas aujourd'hui comme autrefois? « Les classes pauvres sont les premières intéressées à ce que les blés se maintiennent à un prix élevé. C'est le moyen d'encourager les propriétaires à développer leur culture et à conserver aux ouvriers les éléments de leur salaire et de leur subsistance. »

La baisse des salaires ou des gages ruraux n'est pourtant aujourd'hui qu'un fait exceptionnel ou local, et l'on s'appuie précisément sur la fixité des prix de la main-d'œuvre, sur ses exigences, sur sa rareté, sur l'élévation du prix de revient qu'elle détermine, pour réclamer une protection plus efficace et le vote de droits toujours plus élevés.

On ne saurait dire, en tous cas, que la baisse actuelle des cours du blé constitue un phénomène nouveau. Cette dépression n'est pas spéciale au froment, elle s'étend réellement à la plupart des produits du sol, et au plus grand nombre des produits industriels. Les statistiques du Dr Sœtber, que nous avons reproduites dans les *Annales agronomiques* à propos des variations du prix de la viande[1], prouvent clairement que l'abaissement du prix du blé n'est qu'un cas particulier d'un phénomène général : cette dépression a pu être observée au XVIIIe siècle depuis la fin du règne de Louis XIV jusqu'en 1766; elle a pu l'être également à partir de 1820 jusqu'en 1850.

Il est donc hors de doute que la baisse du prix du froment n'est pas un fait spécial à la période que nous traversons. A-t-il coïncidé autrefois avec une augmentation marquée des importations étrangères? En est-il de même aujourd'hui? Enfin, le développement de la culture du blé dans les pays neufs, l'abaissement des frets, la dépréciation de l'argent, exercent-ils une action décisive sur les cours?

C'est ce que nous allons nous demander.

LES IMPORTATIONS ET LES PRIX.

Les importations de grains étaient si rares et si peu redoutées sous l'ancien régime que le gouvernement royal ne songea jamais à les arrêter ou à les restreindre. L'égoïsme étroit de quelques

1. *Annales agronomiques*, tome XIX, octobre 1893, p. 449. — Étude sur les variations du prix du bétail et de la viande, par D. Zolla.

producteurs se manifesta sans doute à bien des reprises et l'on demanda parfois d'interdire sur quelques points l'entrée des froments de l'étranger. C'est ainsi qu'en 1633 les États de Provence supplièrent le roi de « prohiber l'entrée des blés dans la contrée, fors et excepté le cas où le prix du blé excéderait sur les lieux maritimes 16 livres la charge (équivalant au prix de 26 fr. 50 l'hectolitre) ».

Cette singulière supplique n'eut aucun succès.

L'autorité royale se préoccupait presque exclusivement de prévenir les effets de la cherté excessive résultant parfois d'une mauvaise récolte, et surtout des obstacles que les douanes intérieures, les règlements locaux et l'insuffisance des moyens de transport apportaient à la circulation des grains. C'est contre l'exportation que des mesures étaient prises fréquemment avant 1789.

Au début même de la Restauration, quelques années seulement avant l'établissement de l'échelle mobile, la hausse des prix avait si bien rassuré les producteurs ou les propriétaires qu'aucune restriction ne fut apportée à la liberté d'importation. La loi du 13 septembre 1814 ne réglementa que l'exportation.

En 1818, les premiers effets de la baisse prochaine se font sentir. En 1819, le blé tombe à 18 fr. 42, tandis qu'il s'était vendu 36 francs en 1817. La loi de l'échelle mobile est votée le 15 juin. La France est divisée en trois classes; le froment étranger doit acquitter à l'entrée un droit d'autant plus élevé que la baisse des cours intérieurs est plus marquée. L'interdiction d'importer est même stipulée toutes les fois que les prix tomberont sur les marchés régulateurs à 20, 18 ou 16 francs, selon les classes.

La baisse que l'on attribuait à la concurrence étrangère fut encore plus marquée en 1820 et au début de l'année 1821. Les importations étaient en réalité insignifiantes, mais il fallait céder aux réclamations pressantes qui s'étaient produites. Dès le mois de juin 1821, la loi de 1819 était modifiée; le prix à partir duquel des droits à l'importation devraient être perçus fut relevé de façon à agir plus efficacement sur les cours intérieurs.

Examinons maintenant la marche simultanée des importations et des prix pendant la Restauration. Le tableau suivant résume ces indications :

ANNÉES	PRIX (par hectol.)	IMPORTATIONS (milliers d'hectol.)
—	—	—
	fr. c.	
1810-1819	24 72	»
1820	19 13	495
1821	17 79	442
1822	15 59	0
1823	17 52	0
1824	16 22	0
1825	15 74	0
1826	15 85	0
1827	18 21	44
1828	22 03	850
1829	22 59	1.207

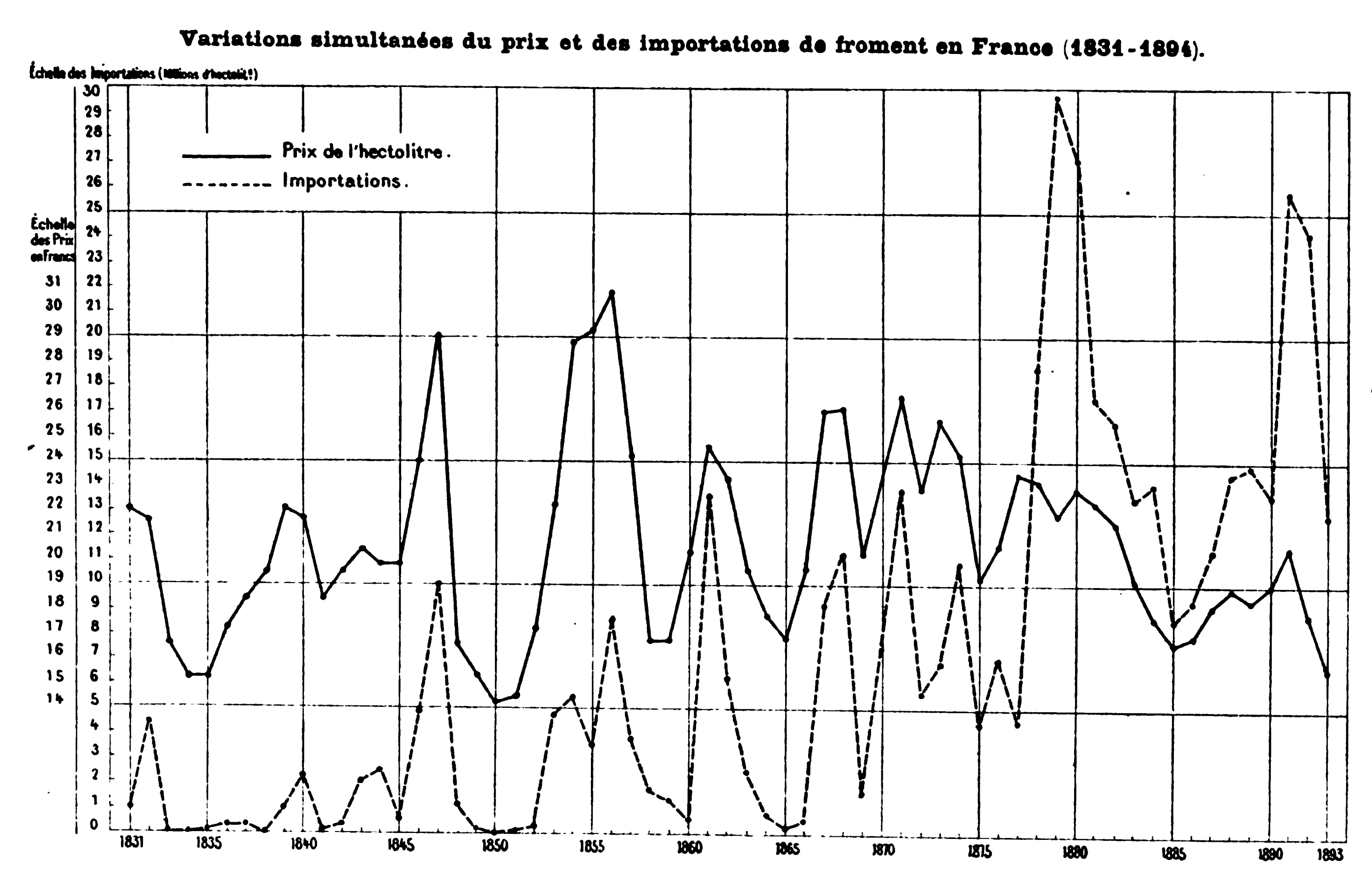
Toutes les fois que les importations augmentent, les prix s'élèvent, et ceux-ci s'abaissent, au contraire, quand les importations diminuent. Les variations des nombres que le lecteur a sous les yeux nous paraissent indiquer cette règle qui les résume et les explique.

Pour rendre plus frappante la relation si étroite qui existe entre les prix et les importations, nous avons tracé les courbes du graphique suivant. Voici, en outre, les chiffres qui indiquent les fluctuations des importations et des prix par périodes quinquennales depuis 1831 jusqu'en 1860.

	PRIX par hectol.	IMPORTATIONS (milliers d'hectol.)
	—	—
	fr. c.	
1831-1835.	18 21	1.121
1836-1840.	19 86	804
1841-1845.	19 61	1.193
1846-1850.	19 87	3.252
1851-1855.	22 92	2.879
1856-1860.	21 76	3.323

Depuis 1831 jusqu'en 1845, les prix sont fort bas et les importations insignifiantes. La disette de 1847 fait monter les cours à 30 francs l'hectolitre et provoque une importation de près de 19 millions d'hectolitres. Cette circonstance explique le chiffre considérable des importations moyennes depuis 1846 jusqu'à 1850; mais le niveau moyen des prix reste fort peu élevé. A partir de 1851, au contraire, on voit monter en même temps le chiffre des importations et celui des cours.

Le graphique retrace avec une singulière précision la dépendance des importations et des prix. Les deux courbes qui les con-


Variations simultanées du prix et des importations de froment en France (1831-1894).
Échelle des Importations (Millions d'hectolit.)
Échelle des Prix en Francs
Prix de l'hectolitre.
Importations.
1831
1835
1840
1845
1850
1855
1860
1865
1870
1875
1880
1885
1890
1893

cernent ne sont pas sans doute parallèles, mais il est visible qu'elles s'abaissent ou se relèvent au même moment. La règle que nous indiquions plus haut est donc absolument confirmée.

En présence de ces faits, et en s'appuyant sur une expérience de quarante ans, il est possible d'affirmer que ce ne sont pas les importations qui ont fait baisser les prix depuis 1820 jusqu'à 1850, et que ce n'est pas davantage la diminution des entrées qui a pu amener le relèvement des cours entre 1850 et 1860.

Quand on observe ces faits, on se rend compte de l'impuissance évidente de l'échelle mobile à relever les prix du froment jusqu'au niveau précédemment atteint. Il est pourtant vraisemblable que le régime protecteur appliqué aux céréales eut déjà pour effet d'opérer une hausse relative, c'est-à-dire d'arrêter la baisse ou de la limiter.

En Angleterre, où la législation des grains avait pour but avoué de conserver les prix de 34 à 35 francs par hectolitre, le niveau moyen resta toujours plus élevé qu'en France jusqu'à l'abolition des Lois-Céréales (1849).

Il est facile de constater l'effet d'une législation plus restrictive sur le cours du froment en comparant, pour une même époque, les mercuriales anglaises et françaises.

	PRIX DE L'HECTOLITRE DE BLÉ	
	En France.	En Angleterre.
	fr. c.	fr. c.
1800-1810	20 03	36 41
1810-1820	24 67	39 27
1820-1830	18 »	25 70
1830-1840	19 11	24 44
1840-1850	20 49	24 »

Dans l'un et l'autre pays nous observons sans doute une baisse significative et accentuée à partir de 1820, mais il est visible que le niveau moyen des cours reste plus élevé en Angleterre qu'en France. Cette différence nous paraît due presque entièrement à la différence des législations douanières.

« Sans doute, auraient pu dire en 1830 les propriétaires et les fermiers anglais, nos lois protectrices sont nécessaires pour nous préserver d'une baisse ruineuse; mais ces lois n'ont pas eu pour effet de nuire au consommateur puisque, loin de s'élever depuis dix ans, les prix se sont au contraire abaissés. »

D'une façon absolue les cours avaient fléchi, cela est vrai ; et le langage que nous prêtons aux représentants de l'aristocratie foncière ou agricole de l'Angleterre pouvait faire impression sur les esprits. Le raisonnement auquel nous faisons allusion ne saurait, cependant, être considéré comme juste. Il ne s'agit point, en effet, de savoir si le froment valait un moindre prix durant la période de 1830-1840 comparée à la période 1810-1820. L'essentiel est de constater que les lois destinées à satisfaire des intérêts menacés ont eu pour conséquence d'élever les cours au-dessus du niveau qu'ils auraient atteint sans l'intervention du législateur.

Forcer le consommateur à débourser 24 francs pour acheter 1 hectolitre de blé qu'il pourrait se procurer ailleurs au prix de 19 francs, c'est lui imposer un sacrifice. En comparant les cours du froment en Angleterre et en France nous voyons ainsi, qu'au commencement de ce siècle et durant une période de baisse, la législation douanière anglaise très nettement protectrice pouvait déterminer une hausse relative que venait seulement masquer la diminution absolue subie par les cours. Nous aurons bientôt à signaler des faits analogues et une situation comparable.

Une nouvelle période commence en 1861, au point de vue du régime douanier. En jetant les yeux sur le graphique joint à ce chapitre, on peut voir immédiatement que les importations se sont accrues en même temps que disparaissaient les obstacles apportés par l'échelle mobile au commerce extérieur du froment. Les prix se sont-ils abaissés comme on serait tenté de l'admettre? En aucune façon. La courbe tracée par nous le montre clairement. Voici, d'ailleurs, pour résumer ces indications, les moyennes quinquennales comparables à celles déjà citées pour les périodes antérieures.

	PRIX par hectol. — fr. c.	IMPORTATIONS — milliers d'hectol.
1861-1865	20.40	4.721
1866-1870	22.49	5.752
1871-1875	23.70	8.431
1876-1880	22.50	17.479

Depuis 1861 jusqu'à 1875, les importations ont presque doublé, et pourtant les prix se sont élevés. Durant cette période, les deux courbes tracées sur le graphique restent presque toujours paral-

lèles ou, du moins, s'abaissent tour à tour et se relèvent au même moment.

Il en est de même en Angleterre. Les chiffres suivants nous prouvent clairement que l'accroissement des importations et l'abolition des droits sur les grains n'ont pas déterminé une baisse progressive.

	IMPORTATIONS	PRIX par quarters en shillings.
	millions de cwts.	
1856-1860	18.6	53
1861-1865	27.8	47
1866-1870	31.7	54
1871-1875	43.7	54

La fixité des prix est aussi remarquable que l'accroissement rapide des importations.

A partir de 1875, en France comme en Angleterre, et on peut le dire, comme dans le monde entier, le prix du blé diminue. Cependant, la législation douanière ne change pas avant 1885 dans notre pays. Le déficit énorme des années 1878, 1879 et 1880, suspend un moment la baisse des cours. Mais, dès 1881, elle s'accentue, et comme toujours, les importations diminuent en même temps que les prix. Il suffit de jeter les yeux sur le graphique dont nous avons déjà parlé pour le constater. Un droit de 3 francs par quintal est voté en 1885, au printemps; deux ans après, le droit est porté à 5 francs.

Néanmoins les prix diminuent de même qu'ils s'abaissaient après 1820 sous le régime de l'échelle mobile. En voici la preuve.

	PRIX par hectol.	IMPORTATIONS
	fr. c.	milliers d'hectol.
1876-1880	22 30	17.479
1881-1885	19 40	14.091
1886-1890	18 20	12.826
1891	20 58	25.826
1892	17 87	21.312
1893	15 70	12.822

De même qu'en 1820 ou 1830, la législation douanière très nettement protectrice appliquée aujourd'hui en France, comme elle l'était autrefois en Angleterre, a déterminé une hausse relative qui masque simplement la baisse absolue constatée par tout le monde. Il s'est produit un écart entre les cours pratiqués en

France et ceux que l'on peut noter au même moment sur des marchés francs tels que ceux de l'Angleterre, de la Belgique ou de la Hollande. Depuis 1887, cet écart a été presque toujours égal et souvent supérieur au droit de douane que l'importateur étranger devait acquitter à l'entrée. Cette hausse qu'a déterminée la protection douanière n'a donc nullement nui aux producteurs étrangers, elle n'a apporté aucun obstacle sérieux aux importations qui n'ont pas diminué. Seuls les acheteurs de froment ont dû subir le sacrifice représenté par la différence entre leur prix d'achat et le cours, auquel ils se seraient procuré la même marchandise, si les droits protecteurs appliqués en France n'avaient pas déterminé une hausse relative.

Parmi les producteurs de blé, ceux qui vendent une partie de leur récolte ont seuls, également, profité de ce régime. Le gain qu'ils ont réalisé est égal à la perte subie par les acheteurs. Il s'agit, dans l'espèce, d'une subvention accordée par une catégorie de citoyens à une autre classe de la nation.

Si nous avons réussi à exposer clairement les faits récents qui se sont produits, le lecteur doit comprendre et admettre avec nous que les droits de douane n'ont pas eu pour effet de limiter ou de suspendre les importations. Le tarif douanier a simplement déterminé une hausse suffisante pour en annuler les effets à l'égard des importateurs étrangers. Cette hausse étant égale au montant des droits, il est devenu indifférent au négociant de porter son blé à Londres pour le vendre 15 francs, sans payer de taxes, ou de l'amener au Havre et de le vendre 20 francs après avoir acquitté un droit de 5 francs.

Dans les deux cas, la recette nette a été pour lui de 15 francs.

D'un autre côté, l'accroissement des quantités importées depuis 1875 peut-il justifier la baisse des cours? Les entrées ont diminué et non augmenté depuis cette époque en même temps que les prix; c'est un fait certain mais que nous tenons à signaler une fois de plus.

	PRIX par hectol.	IMPORTATIONS (milliers d'hectol.)
	fr. c.	
1876-1880	22 30	17.479
1881-1885	19 40	14.091
1886-1890	18 20	12.826
1891	20 58	25.826
1892	17 87	24.312
1893	15 70	12.822

De la première de ces périodes à la troisième, c'est-à-dire, de 1876-1880 à 1886-1890, les cours passent de 22 fr. 30 à 18.20, mais les importations ont diminué de 4,653,000 hectolitres, ou de 36 p. 100 environ. L'année 1891 a été marquée par une mauvaise récolte; les achats de blés étrangers s'élèvent à 25 millions d'hectolitres et dépassent de 101 p. 100 la moyenne quinquennale précédente, mais les cours augmentent de 13 p. 100, malgré la réduction à 3 francs du droit de 5 francs appliqué depuis 1887. Cet abaissement brusque des droits et les nécessités de la consommation justifient tout à la fois le chiffre considérable des importations en 1892 et la baisse des cours qui tombent à 17 fr. 87. En 1893, la taxe de 5 francs est de nouveau appliquée, mais la baisse générale sur les marchés du monde exerce son influence, et le prix du froment ne dépasse pas 15 fr. 70, tandis que les importations se réduisent à 12,840,000 hectolitres, quantité qui eût été moins forte si l'annonce d'un relèvement prochain des droits de douane n'avait pas provoqué des achats considérables.

LES CAUSES GÉNÉRALES DE LA BAISSE DES PRIX.

1° *Diminution des frais de transport.* — La transformation des moyens de transport, et, en particulier, l'accroissement du tonnage des navires aussi bien que la susbtitution rapide des steamers aux bateaux à voiles, exerça certainement une influence marquée sur le coût de transport des blés venus de l'Amérique ou des autres pays extra-européens.

Un rapport anglais [1] publié récemment nous fournit à cet égard de curieuses indications. On voit, par exemple, que le fret d'une tonne de blé de San Francisco à Liverpool ou au Havre s'est abaissé de 78 fr. 10 à 46 fr. 85 depuis 1880 jusqu'à 1890. C'est une réduction de *3 fr. 13 par quintal.* Calculée de la même façon, la diminution ressort à 1 fr. 85 pour le transport de l'Inde en Angleterte ou en France, et de 0 fr. 26 pour les blés de la mer Noire pris à Odessa.

Il est également très certain que les frais de transport à l'intérieur des grands pays producteurs comme les États-Unis et l'Inde

1. Report to the board of trade on the relation of wages in certain industries to the cost of production.

se sont notablement abaissés. Cette réduction ne peut pas être calculée d'une façon absolue en francs et centimes par quintal de froment, pour l'excellente raison que la situation des terres cultivées étant variable, les frais de transport le sont également.

Ce qu'il importe le plus de rechercher, c'est l'influence exercée par les modifications des conditions de transport sur les importations des pays d'Europe.

L'abaissement des frets a-t-il eu notamment pour conséquence de faciliter les expéditions des pays favorisés par ces réductions, et de les augmenter? Examinons, à ce point de vue, les importations de froment en Angleterre et suivons en même temps la marche des cours, durant les deux périodes quinquennales 1881-1885 et 1886-1890.

Importations de froment (grains) en Angleterre.

		1881-1885	1886-1890
Quantité de froment (millions de quintaux) venant de. .	États-Unis (Pacifique). . .	5.5	5.0
	États-Unis (Atlantique) . .	8.0	5.0
	Indes.	4.5	4.5
TOTAL DES IMPORTATOINS.		58.0	55.0
Prix par quintal en francs.		22.4	17.2

Les exportations des États-Unis par les ports du Pacifique ont donc diminué, et cette diminution est encore plus sensible pour les ports de l'Atlantique. Quant aux Indes, leurs envois sont absolument stationnaires. Enfin, chose bien remarquable, le total des importations s'est abaissé également. Néanmoins, les prix ont passé de 22 fr. 40 à 17.20 par quintal.

C'est là une diminution absolue de 5 fr. 20 par quintal ou de 23 p. 100! Cette baisse peut être due en partie à la réduction des frets; cela nous paraît difficile à contester. La transformation des moyens de transport a eu certainement cette conséquence heureuse, selon nous, d'abaisser d'une façon définitive le cours d'une denrée de première nécessité dont la cherté et les brusques oscillations de prix avaient causé pendant une longue série de siècles les plus cruelles souffrances.

Nous voyons, cependant, que les importations libres dans un pays comme l'Angleterre ne se sont pas développées durant la

décade 1880-1890; en particulier, bien loin de s'accroître, les envois des États-Unis ont diminué d'une façon fort sensible. Ce n'est donc pas la quantité même des blés étrangers amenés sur les marchés anglais qui a déterminé la baisse; celle-ci doit être, en partie, attribuée à la diminution des frets. Nous disons qu'elle ne peut être *qu'en partie* attribuée à cette circonstance, parce qu'il existe évidemment un écart entre les cours de 1880 et ceux de 1890, que l'abaissement des prix de transport ne suffit pas à expliquer.

2° *La dépréciation de l'argent.* — C'est au point de vue de nos relations commerciales avec les pays d'Orient, et avec les Indes anglaises en particulier, qu'il convient d'étudier, tout d'abord, cette question de la dépréciation de l'argent par rapport à l'or.

On assure, de nos jours, que la dépréciation de l'argent dans les pays d'Orient peut avoir pour effet de faciliter les importations de blés étrangers et d'en amener la dépréciation sur les marchés européens.

Voici comment on explique cette double influence :

La « roupie » indienne, qui valait, *en or*, 2 fr. 25 vers 1870, ne vaut plus aujourd'hui que 1 fr. 67. La baisse de cette unité monétaire *d'argent* s'élève donc à 0 fr. 58, ou à 25 p. 100 en chiffres ronds.

Si l'on suppose que, dans l'Inde, la roupie a conservé le même pouvoir d'achat à l'égard du blé, c'est-à-dire si l'on admet que le prix du blé indien, évalué en roupies, n'a pas changé, il est clair qu'avec 75 francs nous pouvons acheter une quantité de blé qu'on devait, auparavant, payer 100 francs.

En achetant le blé de l'Inde avec une baisse réelle de prix s'élevant à 25 p. 100, on peut le revendre en France avec une réduction de prix équivalente sans diminuer les profits réalisés. La concurrence faite au blé français par le blé indien est donc très sérieuse, et elle résulte de la dépréciation de la roupie, qui se rattache elle-même à la dépréciation récente de l'argent par rapport à l'or.

Sans nier l'influence qu'a pu, en effet, exercer la baisse de l'argent sur la baisse de la roupie, il convient de remarquer et de signaler deux faits. En premier lieu, il est certain que la dépréciation de la roupie n'est pas égale à celle de l'argent. La baisse de l'unité monétaire indienne ne dépasse pas 25 p. 100, et celle de l'argent métal atteint 47 p. 100. En second lieu, il n'est pas

démontré, croyons-nous, que le pouvoir d'achat de la roupie indienne par rapport au blé soit resté le même.

Or, si l'acheteur doit donner aujourd'hui plus de roupies qu'il n'en donnait autrefois pour acheter la même quantité de froment, il est clair que la dépréciation de l'argent n'a plus qu'une influence fort atténuée sur les cours du froment indien évalué en or. Il est très difficile malheureusement d'apprécier les variations du pouvoir d'achat de la roupie indienne, parce que l'influence des récoltes bonnes ou mauvaises et l'action aussi puissante des demandes faites par l'Europe déterminent des variations de prix, et masquent, par conséquent, le phénomène particulier qu'il s'agit d'observer. On peut, cependant, noter une tendance très remarquable à la diminution du pouvoir d'achat de la roupie indienne à l'égard du blé. Les documents statistiques publiés par le gouvernement de l'Inde sont très précis. Voici, par exemple, les quantités de froment qu'on pouvait acheter dans la province de Bombay pour le prix d'une roupie, depuis 1881 jusqu'à 1892. Pour plus de simplicité, nous avons ramené à 100 le premier chiffre, et nous donnons, de la même façon, la valeur en or de la roupie indienne.

	VALEUR en or de la roupie.	QUANTITÉ de froment achetée par une roupie.
	—	—
1881	100	100
1882	98	99
1883	88	108
1884	97	109
1885	95	100
1886	87	95
1887	84	92
1888	82	95
1889	83	101
1890	90	93
1891	84	81

Il est certain que la diminution de la valeur en or de la roupie est plus rapide que la réduction des quantités de froment achetées par une roupie. On voit, cependant, que l'écart constaté entre ces deux réductions simultanées reste assez faible. En 1891, notamment, cet écart tombe à 3 p. 100! Il y a loin de ce chiffre à cette prime de 40 p. 100 dont on parle volontiers en faisant allusion au bénéfice qu'assure à l'exportateur de blé indien la baisse de la roupie.

D'ailleurs, les exportations totales de froment indien n'ont pas pris le développement qui pourrait correspondre à ces bénéfices extraordinaires.

En voici la preuve :

Exportation de froment indien (grains).

ANNÉES	Milliers de quintaux.
1881-1882	9.931
1882-1883	7.072
1883-1884	10.478
1884-1885	7.915
1885-1886	10.530
1886-1887	11.131
1887-1888	6.769
1888-1889	8.805
1889-1890	6.899
1890-1891	7.160
1891-1892	15.151

Il est visible que les exportations sont restées stationnaires. Les grandes demandes, faites par l'Europe à la suite du déficit de la récolte de 1891, ont seules provoqué une augmentation considérable pendant la dernière année que nous indiquons plus haut (1891-1892).

3° *La baisse générale des prix et la crise monétaire universelle.* — Nous avons montré, dans le cours de cette étude, qu'il s'était produit à plusieurs reprises, depuis le commencement du XVIIIe siècle, des baisses générales de prix, ou que l'on pouvait observer de longues stagnations des cours.

Au XIXe siècle, la période 1820-1850 est fort remarquable à ce point de vue. A l'inverse, l'historien peut étudier des périodes de hausse durant lesquelles les cours de la plupart des marchandises, et ceux des produits agricoles, en particulier, se sont élevés d'une façon soudaine et persistante. A la fin du XVIIIe siècle, et depuis 1850 jusqu'à 1873, on peut observer ce phénomène si curieux.

Depuis 1873, nous sommes entrés dans une période de baisse, et celle-ci, contrairement aux préjugés du public, ne s'applique pas seulement aux denrées agricoles. Nous l'avons déjà montré à propos des variations des prix du bétail, mais il n'est pas inutile de reproduire les chiffres si probants qu'a publiés dernièrement M. Sauerbeck dans un article du *Statist* anglais. Il s'agit des varia-

tions moyennes des prix de 45 marchandises principales représentées à la fois par des produits agricoles et des denrées industrielles. Cette méthode d'appréciation du mouvement des prix est appelée méthode des *Index Numbers*. Ce n'est qu'un procédé empirique; mais, en général, les résultats obtenus de cette façon ne diffèrent pas sensiblement de ceux que donnerait un mode de calcul plus scientifique et plus précis. Voici ce tableau dans lequel le niveau moyen des prix durant la période 1867-1877 est représenté par 100.

Variations des prix en Angleterre d'après M. Sauerbeck.

Années	Coefficients	Années	Coefficients
1867-1877	100	1885	72
1877	111	1886	69
1878	87	1887	68
1879	83	1888	70
1880	88	1889	72
1881	85	1890	72
1882	84	1891	72
1883	82	1892	68
1884	76		

La baisse si considérable et si rapide que révèlent ces coefficients pouvait être observée ailleurs qu'en Angleterre.

Quelle est la cause principale de ce phénomène inattendu? C'est ce qu'il importe de rechercher. Pour les périodes antérieures à celles que nous traversons, il paraît établi que les oscillations des prix étaient dues soit à l'augmentation soit à la diminution du pouvoir d'achat des métaux précieux. Durant la première moitié du XVIIIe siècle, c'est leur rareté relative qui vient accroître leur valeur. Les prix baissent, en conséquence, puisqu'il faut un moindre poids d'or ou d'argent pour acquérir la même quantité de marchandises.

A partir de 1760, un phénomène inverse se produit. On constate que les métaux précieux deviennent plus abondants. Des mines nouvelles sont découvertes et exploitées qui jettent sur le marché européen une masse plus considérable de lingots bientôt monnayés.

Production totale de l'or et de l'argent dans le monde.

PÉRIODES	OR kilogr.	ARGENT kilogr.
1701-1720	256.000	7.111.000
1721-1740	381.000	8.622.000
1741-1760	492.000	10.881.000
1761-1780	414.000	13.053.000
1781-1800	355.000	17.578.000
1801-1810	177.000	8.940.000
1811-1820	114.000	5.406.000

On voit que la production totale des métaux précieux s'accroît lentement depuis 1701 jusqu'à 1740. Pendant ces quarante années, malgré le développement des échanges et l'accroissement de la population, les métaux monétaires n'augmentent que faiblement. De 1741 à 1760, la production s'élève, et il en est de même durant les périodes suivantes jusqu'à 1800.

Comme trait caractéristique, nous pouvons noter que l'affluence des métaux précieux précède d'assez longtemps la hausse des prix.

C'est de 1741 à 1760 que nous observons un accroissement de la production des métaux monétaires, et c'est seulement après 1760, c'est-à-dire lorsque les métaux précieux monnayés se sont répandus en Europe, qu'une élévation générale des prix peut être observée. Il en est ainsi pour la baisse des prix correspondant à une diminution de la production à partir de 1800. Durant la période 1801-1820, l'afflux de l'or et de l'argent cesse brusquement, et cependant, grâce aux événements politiques qui interdisent les échanges et limitent la production industrielle ou agricole, grâce à une série de mauvaises récoltes qui élèvent le cours du blé, on n'observe pas encore une baisse des prix. Celle-ci se déclare brusquement à partir de 1820.

Examinons la statistique des métaux monétaires dans les trois premiers quarts du XIXe siècle.

Production totale de l'or et de l'argent dans le monde.

PÉRIODES	OR kilogr.	ARGENT kilogr.
1821-1830	142.000	4.604.000
1831-1840	202.000	5.963.000
1841-1850	547.000	7.803.000
1851-1855	996.000	4.429.000
1856-1860	1.008.000	4.524.000
1861-1865	925.160	4.505.000
1866-1870	974.000	6.694.000
1871-1875	869.000	9.845.000

L'abaissement de la production de 1800 à 1820 était déjà très notable; cette décroissance est encore plus remarquable jusqu'en 1840.

La période de la baisse des prix correspond à cette longue série d'années.

La décade 1841-1850 est marquée par un relèvement extraordinaire de la production de l'or. C'est là une période intermédiaire. Soudain, vers 1850, l'or de Californie fait son apparition sur les marchés de l'Europe avec une abondance prodigieuse. De 1851 à 1855, on extrait 996,000 kilos d'or valant plus de 3 milliards 400 millions de francs, et il en est ainsi jusqu'en 1875! La production de l'argent s'abaisse, il est vrai, à la même époque, mais cette diminution se trouve largement compensée par l'abondance de l'or.

La hausse des prix est la conséquence des faits que nous signalons.

A partir de 1873, nous sommes entrés dans une période nouvelle toute différente à certains points de vue des périodes précédentes. L'Allemagne a démonétisé l'argent; bientôt, la Suède, la Norvège et le Danemark suivent son exemple. En 1876, la frappe de l'argent est interdite en France. D'autre part, l'augmentation de la production de l'argent accélère la dépréciation de ce métal par rapport à l'or. Nous sommes en présence d'une véritable révolution monétaire. Pour la bien comprendre, et pour en bien saisir les conséquences, quelques explications sont nécessaires.

Avant 1873, et surtout avant 1876, alors que la France admettait la frappe libre de l'argent sur le pied du rapport légal de 1 à 15.5, l'or et l'argent servaient *réellement*, et universellement, à éteindre des dettes même internationales, et à régler le niveau des prix. Attachés l'un à l'autre par le rapport $\frac{1}{15,5}$ l'or et l'argent formaient une même masse monétaire. Grâce, surtout, au bimétallisme français qui permettait d'échanger toujours de l'argent contre de l'or, ou de se procurer des traites payables en or, le métal blanc n'était pas seulement une *marchandise;* il avait le caractère de *monnaie* et de *monnaie internationale.* Les pays d'Asie, par exemple, qui sont monométallistes-argent avaient un trait d'union avec l'Europe, grâce à l'existence d'une monnaie commune.

Aujourd'hui, la politique monétaire de l'Allemagne a bouleversé le monde en modifiant cette situation séculaire; l'or est resté seul comme monnaie internationale; l'argent, devenu marchandise, a baissé de valeur par rapport à l'or dans les vieux pays d'Europe comme l'Angleterre, la France, l'Allemagne, c'est lui seul qui doit servir à balancer les dettes des nations les unes envers les autres, et à régler dans la plus large mesure le niveau moyen des prix.

Nous devinons sans peine les objections du lecteur. « L'argent, dira-t-il, n'a pas disparu de la circulation ? Ne pouvons-nous payer avec des pièces de 5 francs toutes les dettes contractées en France? N'existe-t-il pas en Angleterre même des pièces d'argent de même qu'il en existe en Allemagne, en Belgique, en Italie, en Suisse et en Espagne? » Cela est vrai; il existe à l'intérieur de tous ces pays une circulation monétaire de métal blanc. Mais c'est là une circulation intérieure ; la pièce de 5 francs ne *vaut* plus en *or* que 2 fr. 75, et elle ne circule encore, dans les pays de l'Union latine avec sa valeur *nominale* que par suite d'une entente pleine de périls, et d'une tradition dont le public ignore les conséquences prochaines.

En fait, la pièce de 5 francs n'a de puissance libératoire au point de vue international que si la France comme les autres nations de l'Union latine peuvent régler définitivement *en or*, ou au moyen de traites payables en or, leur solde débiteur. Cela est si vrai que la pièce d'argent espagnole ayant même titre et même poids que la pièce française ne *vaut* plus, dans notre pays même, que 2 fr. 75 centimes.

L'encaisse métallique argent de la Banque de France est, en réalité, dépréciée de 47 p. 100! Dans les banques européennes la masse d'argent ainsi frappé d'une baisse de moitié de sa valeur antérieure par rapport à l'or, est de 2 milliards 484 millions ! « L'encaisse utilisable pour les paiements internationaux est diminuée de 29 p. 100, » dit M. Théry, dans son intéressant ouvrage sur la *Crise des Changes*.

Il existe, en outre, dans les Banques d'État : de France, d'Allemagne, etc., etc., des quantités énormes d'or que l'on retient avec un soin jaloux et patriotique. Ce n'est pas là, comme on l'a soutenu, une preuve de son abondance. Cette encaisse montre quelle importance on attache partout à la possession de la *seule monnaie internationale* qui subsiste désormais ; et, en même temps, on

voit que la circulation effective se trouve diminuée dans une notable proportion par suite de ce retrait qui immobilise précisément le seul métal monétaire pouvant servir à balancer les dettes des pays commerçants dont les affaires comme la population s'accroissent, cependant, chaque année.

Il résulte, croyons-nous, de ces faits une rareté relative de l'*or*, une contraction monétaire universelle qui a pour effets de jeter le trouble dans les relations commerciales, et d'entraîner avec une étrange rapidité aussi bien qu'avec une irrésistible puissance la baisse générale des prix.

La diminution du cours du blé est une conséquence de ce phénomène dont la portée économique nous paraît extrêmement grave.

Sans doute, les causes déjà signalées, c'est-à-dire, la diminution des frais de transport à l'extérieur des pays producteurs, et la baisse des frets, expliquent en partie la marche des prix du froment mais, la crise monétaire a eu des effets plus généraux et plus puissants encore. C'est la concurrence étrangère que l'on a accusée comme toujours en pareilles circonstances. C'est contre la baisse des prix que l'on a voulu lutter par le vote des tarifs douaniers, établis aux frontières de presque tous les pays d'Europe. La résurrection soudaine du protectionnisme comme doctrine économique passant de la théorie à l'application est une conséquence et non la moins périlleuse de la crise monétaire universelle.

L'impuissance aujourd'hui reconnue et avouée des droits de douane appliqués aux blés n'est donc pas extraordinaire. Elle ne saurait nous étonner puisque l'on ne peut supprimer de cette façon la cause générale qui fait fléchir au même moment les cours sur les marchés du monde.

Résulte-t-il de ces faits que le relèvement des tarifs constitue un moyen, empirique, mais, en définitive, nécessaire et avantageux de lutter contre la baisse qui compromet une foule d'intérêts? Il nous importerait peu d'en convenir, si nous pensions que la solution proposée fût, en effet, la meilleure, Mais il nous paraît impossible de l'admettre. Entre les pays qui n'admettent que l'or pour régler les dettes internationales, et qui en même temps possèdent une quantité d'or suffisante la lutte économique reste égale. La crise monétaire ne modifie pas leurs rapports et les

arguments de fait invoqués en faveur de la liberté des échanges conservent toute leur valeur.

La question est tout autre en ce qui concerne les relations commerciales, existant entre des pays à circulation d'or et des pays où circule soit uniquement de la monnaie d'argent (Inde), soit une monnaie dépréciée et du papier-monnaie.

Ils nous paraît démontré par l'étude impartiale des faits que la hausse des changes et la dépréciation de l'argent ont, en effet, pour conséquence de faciliter *temporairement* l'exportation des pays à changes surélevés dans les pays au pair de l'or. Ce n'est là, toutefois, à notre avis, qu'une conséquence momentanée. La concurrence des acheteurs tend à relever les cours, c'est-à-dire, à annuler l'effet du change.

En arrêtant les exportations des pays à circulation dépréciée comme l'Espagne, par exemple, les tarifs douaniers aggravent une situation déjà difficile et accélèrent la dépréciation des produits dont ils redoutent la concurrence.

Il ne faut pas oublier non plus que la plupart des pays à circulation dépréciée ont, à cette heure, des intérêts considérables à payer *en or* aux nations riches, à circulation d'or, comme la France, l'Angleterre, etc., etc. Les tarifs protectionnistes exagèrent et accélèrent la hausse des changes en empêchant les nations débitrices de s'acquitter en nature, c'est-à-dire, de payer avec des produits les intérêts des emprunts contractés. Ils aggravent la situation financière de ces nations débitrices, compromettent leur crédit, et, en résumé, font fléchir le prix des valeurs négociées. La baisse de la rente espagnole, ou des obligations de chemins de fer de ce pays a causé aux porteurs français une perte énorme. La réduction des importations de vins espagnols n'a pourtant pas eu le résultat qu'on en attendait, et la crise de la viticulture méridionale le prouve surabondamment.

En ce qui concerne l'Inde et la concurrence de ses blés, nous avons montré que la dépréciation déjà ancienne de la « roupie » avait été atténuée par la réduction de son pouvoir d'achat. Les exportations indiennes sont, d'ailleurs, restées stationnaires.

Ces conséquences si graves que nous attribuons à la rareté relative de l'or sont niées par ceux qui se bornent à constater que la production du métal jaune n'a pas diminué depuis 1873. Voici, en

effet, quelle a été la statistique de l'extraction des métaux précieux depuis 1871, par *année moyenne*.

	OR — kilogr.	ARGENT — kilogr.
1871-1875	173.000	1.969.000
1876-1880	172.000	2.449.000
1881-1885	149.000	2.861.000
1886	159.000	2.900.000
1887	158.000	2.991.000
1888	165.000	3.418.000
1889	178.000	3.913.000
1890	170.000	4.142.000
1891	181.000	4.491.000
1892	211.000	4.729.000

Sans doute, la production de l'or n'a pas diminué, mais la rareté, relative du métal jaune ne résulte pas d'une diminution des quantités extraites. C'est la suppression de l'argent comme instrument monétaire international qui a diminué réellement la masse des métaux servant à faciliter les échanges ou à les solder. Les conclusions que nous avons tirées de ces faits nous paraissent donc exactes.

L'objection tirée de l'existence et de la circulation des nombreux instruments de crédit qui s'appellent billets de banque, lettres de change, etc., etc., ne nous paraît pas mieux fondée. « La monnaie, dit-on, n'est plus nécessaire ; son usage n'est plus, tout au moins, aussi utile qu'autrefois. Les Chambres de compensation, les virements de compte, les chèques, et les traites commerciales la remplacent en partie. La contraction monétaire n'est donc qu'un vain mot. »

Il est certain que les opérations de banque dispensent de l'emploi des espèces métalliques dans une foule de cas. Mais tous les instruments de crédit supposent néanmoins l'existence d'une monnaie internationale qui sert à en balancer *définitivement* et *réellement* le solde. Nulle part plus qu'en Angleterre on ne fait usage des procédés ingénieux auxquels nous venons de faire allusion. N'est-ce pas en Angleterre, cependant, que la Banque est obligée constamment de défendre son encaisse et par des élévations brusques du taux de l'escompte, à tel point que depuis 1883 jusqu'en 1893 on peut enregistrer 89 de ces variations? La même Banque n'a-t-elle pas été forcée en 1891 d'emprunter 75 millions

d'*or* à la Banque de France? En réalité, dès qu'une crise survient, les paiements en *or* et les réalisations monétaires se produisent. Les emprunts des États débiteurs sont payables en or. L'or est à cette heure le roi du monde commercial et financier.

RÉSUMÉ.

En résumé, au début de cet article, nous avons montré quelles ont été les fluctuations des prix du blé depuis un peu plus d'un siècle. Il ressort de cette courte revue historique que la baisse actuelle n'est pas un phénomène nouveau.

L'étude des variations simultanées des importations étrangères et des cours nous a prouvé également que les périodes de baisse ne coïncidaient pas avec une augmentation des entrées de blés étrangers. On constate, au contraire, que les périodes de prix élevés peuvent correspondre à un accroissement marqué des importations. L'application des tarifs protecteurs n'a déterminé, en Angleterre comme en France, qu'une hausse relative créant au profit des producteurs nationaux une situation privilégiée, et leur assurant une subvention égale à la perte subie par les acheteurs de froment.

Depuis dix ans, la marche des importations en France ne peut expliquer l'affaissement si rapide des cours ; la même observation s'applique à l'Angleterre.

La réduction des frais de transport à l'intérieur des pays producteurs et exportateurs, et la baisse des frets, peuvent expliquer en partie les oscillations des prix du blé, et leur abaissement graduel. Cette cause permanente continuera, sans doute, à exercer son influence. Elle représente une conquête scientifique du plus haut intérêt, analogue à celui qui a été obtenu en industrie par l'application de l'outillage mécanique moderne à la production de certains produits industriels.

Il en est autrement de la dépréciation de l'argent qui constitue un phénomène passager dont l'importance a été exagérée mais qui peut, cependant, exercer une action particulière sur les exportations des blés de l'Inde. On constate toutefois dès aujourd'hui une tendance marquée à la diminution du pouvoir d'achat de la monnaie indienne par rapport au blé, et la dépréciation de l'argent n'a pas sur les cours de cette céréale dans son pays de

production, l'influence qu'on lui attribue. D'ailleurs, les exportations de blés indiens restent stationnaires depuis 10 ans.

La baisse des prix est un phénomène général qui caractérise l'histoire économique du dernier quart de notre siècle. Cette baisse n'affecte pas seulement les produits agricoles et le blé en particulier; elle s'étend à une foule d'autres produits industriels ou à un très grand nombre de matières premières. Ce phénomène a tous les caractères de généralité qui caractérisent la crise actuelle.

La démonétisation de l'argent à partir de 1873, et la suspension de la frappe libre de ce métal en France à partir de 1876, ont probablement provoqué une crise monétaire universelle. C'est l'or qui est devenu la seule monnaie internationale ayant une puissance libératoire illimitée, et il a dû suffire seul aux besoins d'une circulation croissante, alors qu'avant 1873, l'argent pouvait rendre les mêmes services. La masse des métaux monétaires servant à balancer les échanges internationaux a donc diminué, et il est résulté de ce fait une rareté relative de l'or ou une contraction monétaire universelle. Ainsi que cela est toujours arrivé quand les métaux monétaires sont devenus moins abondants par suite d'une moindre production, le niveau général des prix s'est abaissé, et le cours du blé a subi l'influence de cette dépression générale.

L'élévation des droits de douane ne peut suffire à enrayer ce mouvement. Il se produit sous nos yeux avec une irrésistible puissance, et déconcerte tous ceux qui croient pouvoir attribuer uniquement à la concurrence étrangère l'affaissement des cours.

Telle est l'explication de cette anomalie singulière qui a été observée à d'autres époques :

La baisse des prix coïncide précisément avec l'élévation des tarifs de douane qui a pour objet de la prévenir ou de l'arrêter.

ÉTUDE SUR LA VALEUR NUTRITIVE COMPARÉE

DES

BETTERAVES FOURRAGÈRE ET SUCRIÈRE

PAR

M. Paul GAY
Répétiteur de zootechnie à l'École nationale de Grignon.

La betterave fourragère, dont l'emploi est depuis longtemps répandu dans presque toutes les exploitations agricoles et en particulier dans celles de la région du Nord, constitue dans ces exploitations la base de l'alimentation du bétail durant la saison d'hiver. Les rendements élevés en poids qu'elle peut produire à l'hectare, sa conservation facile en silos, justifient la réputation dont elle jouit auprès de tous les agriculteurs placés dans des conditions favorables à sa culture, malgré les frais et les soins qu'elle exige pour donner des produits satisfaisants.

Cultivée depuis un siècle seulement, la betterave fourragère a pris une si grande importance, les services qu'elle a rendus à l'agriculture ont été tels, que si nous nous reportons à la statistique de 1882, nous voyons qu'elle occupe actuellement en France une étendue considérable de 300,000 hectares. Dès que son emploi s'est vulgarisé, elle a été soumise à une sélection continue, de nombreuses variétés ont été créées, et l'on est arrivé à obtenir par hectare avec certaines d'entre elles, des récoltes atteignant 90,000 kilogrammes.

Contrairement à ce qui s'est passé depuis 1884 dans la culture de la betterave à sucre dont la sélection a eu pour but d'augmenter la richesse en sucre, et par conséquent en matière sèche, sans pour cela diminuer très sensiblement le poids produit à l'hectare, on s'est toujours appliqué dans la culture de la betterave fourragère à augmenter le rendement en poids brut sans se soucier aucunement de la richesse en matière sèche; on est arrivé ainsi à produire des racines dans lesquelles l'analyse révèle parfois 89 à 90 p. 100 d'eau et seulement 10 à 11 p. 100 de matière sèche, seule matière utile dans l'alimentation du bétail.

Envisagés au point de vue de leur composition centésimale, ces

deux types de betteraves (fourragère et sucrière) présentent de très grandes différences, surtout en ce qui concerne la teneur en matière sèche. Afin de rendre ce fait plus frappant, nous indiquons dans le tableau ci-dessous l'analyse que nous avons faite à Grignon de deux échantillons de betteraves appartenant l'un à la variété Tankard (fourragère) et l'autre à la variété améliorée Vilmorin (betterave à sucre).

Composition centésimale pour 100 de betterave.

DÉSIGNATION des variétés.	EAU	MATIÈRES sèches.	MATIÈRES azotées.	MATIÈRES solubles dans l'éther	EXTRACTIFS non azotés.	CELLULOSE	CENDRES
Betterave à sucre (Améliorée Vilmorin) . . .	81	19	2.35	0.19	14.63	1 »	0.83
Betterave fourragère (Tankard)	86	14	1.79	0.16	10.51	0.65	0.89

Ces deux variétés de betteraves provenaient l'une (Tankard) du champ d'expériences de la station agronomique de Grignon, l'autre (Améliorée Vilmorin) des cultures de l'École. On sera peut-être étonné de la faible richesse de cette dernière, richesse qui est de beaucoup inférieure à la moyenne de la variété; mais on se souvient que la sécheresse prolongée que nous avons eu à subir l'année dernière a provoqué beaucoup de manques parmi les plants, et ceux qui ont pu y résister ont pris un développement anormal au préjudice de la teneur en matière sèche. Cependant, malgré les conditions défavorables dans lesquelles elle s'est trouvée placée, nous pouvons constater en sa faveur un excédent de 5 p. 100 de matière sèche dont la composition est, pour tous les éléments, supérieure à celle de la betterave Tankard.

En présence de ces chiffres, il n'est pas douteux que si nous nourrissions des animaux avec ces deux variétés de betterave à poids égaux, nous donnerions avec la betterave à sucre une quantité de matière sèche et par conséquent de matière nutritive beaucoup plus grande qu'avec la betterave fourragère; mais on peut se demander si à quantité de matière sèche égale, la betterave fourragère possède des qualités nutritives moins grandes que celles de la betterave sucrière. Le fait n'est assurément pas évi-

dent à première vue. Aussi cette question qui n'a pas encore été traitée présentait un intérêt zootechnique assez grand pour qu'il nous ait paru utile de la résoudre.

II. — Expérience.

Pour élucider cette question, nous avons employé la méthode la plus simple et la plus rationnelle, qui consistait à expérimenter, sur les animaux eux-mêmes, ces deux types de betteraves, suivant du reste de point en point le programme que nous avait tracé au préalable notre maître M. le professeur Sanson.

Deux lots de brebis antenaises dishley-mérinos, choisis de façon à présenter à peu près le même poids et composés chacun de cinq individus, ont été isolés du troupeau de l'École et mis séparément dans deux boxes spéciales.

Au début de l'expérience, ces deux lots ont été pesés à jeun, et ont marqué les poids suivants :

Pesée au début de l'expérience (30 *octobre* 1893).

1er LOT		2e LOT	
Numéros.	Poids.	Numéros.	Poids.
—	—	—	—
1328	48k500	1315	45k000
1330	43 000	1319	51 000
1333	47 500	1322	48 500
1336	50 500	1331	44 000
1344	42 000	1332	50 500
Total. .	231 500	Total. .	239 000

Nous avons donné à ces deux lots de brebis une nourriture identique sauf en ce qui concerne la betterave ; le premier reçut en effet de la betterave à sucre, le deuxième de la betterave fourragère en quantité telle, que dans les deux cas, le poids de matière sèche fournie par l'une ou l'autre de ces variétés fût le même.

Si nous consultons les analyses que nous avons citées plus haut et qui indiquent précisément la composition centésimale des variétés de betteraves (Améliorée Vilmorin et Tankard) que nous avons employées pour la nourriture de nos animaux dans cette expérience, nous y constatons une richesse de 14 p. 100 de matière sèche pour la fourragère, et de 19 p. 100 pour la sucrière.

La quantité de betterave fourragère distribuée au 2e lot ayant été par tête et par jour de 3 kilos, contenant par conséquent 420 grammes de matière sèche, la même quantité de cet aliment

fut fournie au 1er lot avec 2 kil. 210 de betterave à sucre par tête et par jour également.

Le reste de la ration, absolument identique pour les deux lots, fut composé de la manière suivante :

300 grammes de menue paille mélangée avec l'une ou l'autre des deux catégories de betterave, 500 grammes de vesce, 500 grammes de sainfoin, et 500 grammes de paille de blé; dans chaque boxe enfin, les animaux eurent à leur disposition de l'eau contenue dans un récipient en fonte et renouvelée chaque jour.

La pesée journalière des aliments ayant été faite avec la plus grande exactitude et leur distribution avec la plus grande régularité, grâce aux bons soins de M. E. Gilbert, premier berger de l'Ecole, qui, pendant toute la durée de l'expérience, s'est montré aussi zélé que ponctuel, ce dont nous le remercions vivement ici, les animaux sont restés soumis à ce régime pendant quinze jours et pesés à la fin de cette période.

Cette deuxième pesée nous a donné les résultats suivants :

Pesée du 13 novembre 1893.

1er LOT (BETTERAVE A SUCRE)

Numéros.	Poids.	Pesée précédente.	Augmentation.
—	—	—	—
1328	52k500	48k500	4k000
1330	45 000	43 000	2 000
1333	49 500	47 500	2 000
1336	51 000	50 500	0 500
1344	43 000	42 000	1 000
	Augmentation totale		9 500

2e LOT (BETTERAVE FOURRAGÈRE)

Numéros.	Poids.	Pesée précedente.	Augmentation.
—	—	—	—
1315	48k000	45k000	3k000
1319	53 000	51 000	2 000
1322	50 000	48 500	1 500
1331	45 000	44 000	1 000
1332	51 000	50 500	0 500
	Augmentation totale. . .		8 000

Nous constatons donc, pour le 1er lot, qui reçut de la betterave à sucre, une augmentation de 9 kil. 200 sur la pesée précédente, et pour le 2e lot, nourri avec la betterave fourragère, une augmentation de 8 kilos seulement; cette différence d'augmentation de

poids de 1 kil. 500 en faveur du 1er lot, si faible qu'elle soit, puisqu'elle n'est que de 20 grammes par tête et par jour, pouvait faire penser au premier abord qu'à quantité de matière sèche égale, la betterave à sucre possédait des qualités nutritives un peu plus grandes que celles de la betterave fourragère. Mais il ne nous était pas permis d'affirmer une pareille opinion devant une expérience si incomplète, car il est un facteur qui, dans toute expérience faite sur l'alimentation, vient jouer un rôle considérable, et dont nous avons jusqu'ici négligé de parler : c'est l'aptitude que possèdent tous les animaux à digérer une proportion plus ou moins forte des principes immédiats composants de leur alimentation, et à laquelle on a donné le nom de *coefficient digestif*.

Ce coefficient présente des variations parfois très grandes non seulement suivant les genres et les espèces d'animaux, mais encore, dans une même espèce, suivant les individus. Les sujets possédant un coefficient digestif très élevé utiliseront mieux les aliments qui leur sont fournis et augmenteront, par conséquent, plus de poids dans un même temps que d'autres qui, quoique nourris d'une façon identique, n'auront pas une puissance digestive aussi élevée.

Or, dans le choix des brebis que nous avons soumises à l'expérience, il est à peine besoin de dire que nous avons fait abstraction complète du coefficient digestif de ces animaux; le hasard aurait pu donc faire que les sujets de l'un des lots possédassent un coefficient digestif plus grand que ceux de l'autre; aussi pour éliminer l'influence de l'aptitude individuelle avons-nous fait permuter les animaux, en sorte que le 2e lot qui, primitivement, recevait de la betterave fourragère, reçut à son tour de la betterave à sucre et inversement pour le 1er lot.

Ce changement subit de nourriture causa naturellement un certain trouble parmi les animaux composant les deux groupes; ils mangèrent moins bien leurs betteraves et firent les deux premiers jours quelques difficultés pour les accepter; mais le fait s'étant produit dans les deux lots en même temps ne peut avoir eu aucun effet fâcheux sur la comparaison des chiffres obtenus dans la pesée finale.

Pendant quinze jours encore les animaux restèrent soumis à ce nouveau régime, et, ce temps écoulé, on procéda à la pesée finale, le matin à jeun comme dans les pesées précédentes.

Pesée du 27 novembre 1893.

1er LOT (BETTERAVE FOURRAGÈRE)

Numéros.	Poids.	Pesée précédente.	Augmentation.
—	—	—	—
1328	53k000	52k500	0k500
1330	47 000	45 000	2 000
1333	52 000	49 500	2 500
1336	53 000	51 000	2 000
1344	47 000	43 000	4 000
	AUGMENTATION TOTALE. . .		11 000

2e LOT (BETTERAVES A SUCRE)

Numéros.	Poids.	Pesée précédente.	Augmentation.
—	—	—	—
1315	49k000	48k000	1k000
1319	56 000	53 000	3 000
1322	53 000	50 000	3 000
1331	47 000	45 000	2 000
1332	56 000	51 000	5 000
	AUGMENTATION TOTALE. . .		14 000

L'aptitude individuelle ayant été complètement éliminée par la mutation des deux groupes d'animaux, nous ne pouvons plus maintenant la faire entrer comme facteur dans la comparaison de nos résultats; nous constatons cependant dans le tableau ci-dessus une augmentation de 11 kilos sur la pesée précédente, pour le 1er lot nourri avec la betterave fourragère et de 14 kilos pour le 2e lot qui a reçu de la betterave à sucre, soit en faveur de la dernière encore une différence de 3 kilos.

En résumé, la betterave Améliorée Vilmorin a fait acquérir aux deux lots auxquels elle a été distribuée une augmentation totale de 9 kil. 500 + 14 kilos = 23 kil. 500 et la betterave Tankard une augmentation de 8 + 11 = 19 kilos. Cette différence de 4 kil. 500, loin d'être négligeable, représente environ 20 p. 100 de l'augmentation totale.

Ainsi donc, le doute n'est plus possible : placés dans des conditions absolument identiques, les animaux acquièrent un poids plus élevé lorsqu'ils sont nourris avec la betterave à sucre que lorsqu'ils le sont avec la betterave fourragère, ces deux aliments étant distribués, bien entendu, à quantité de matière sèche égale.

Ces résultats nous étant connus et ne pouvant être contredits, il nous a paru intéressant de faire l'analyse complète de ces deux variétés de betteraves afin de savoir si la différence de leurs qua-

lités nutritives ne provenait pas de la composition de leur matière sèche. Les résultats de ces analyses ont été donnés plus haut dans le tableau n° 1.

A l'examen de ce tableau, il est facile de constater que la matière sèche et ses éléments constituants sont tous en excédent, sauf pour les cendres, dans la betterave à sucre, mais que la proportion entre la matière sèche et ces divers autres éléments est à peu de chose près la même pour les deux variétés de betteraves mises en expérience ; si nous établissons, en effet, la relation nutritive de chacune d'elle, nous trouvons, pour la betterave à sucre, $\frac{MA}{MNA} = \frac{1}{6.3}$, et pour la betterave fourragère, $\frac{MA}{MNA} = \frac{1}{5.9}$.

Ces deux relations ne présentant qu'une différence pratiquement négligeable, les écarts de poids observés ne peuvent donc tenir à la composition centésimale des betteraves ayant servi à l'expérience.

Comment donc expliquer la supériorité qu'a présentée la betterave à sucre dans l'alimentation de nos animaux ? Uniquement par sa digestibilité plus élevée, c'est-à-dire par la plus grande facilité avec laquelle elle permet aux sucs digestifs d'attaquer ses divers éléments et de les utiliser ainsi dans une plus grande mesure au profit de l'animal.

Nous n'avons pas expérimenté d'une façon directe le coefficient de digestibilité de ces deux variétés de betteraves, nous réservant de le faire dans une étude ultérieure dont l'objet sera de compléter celle-ci ; mais il nous est cependant permis d'affirmer que la plus grande augmentation de poids obtenue avec la betterave à sucre ne peut être due qu'à son coefficient de digestibilité plus élevé.

Il est un autre facteur qui, avec l'emploi de certaines variétés de betteraves fourragères, ne serait peut-être pas à négliger dans la comparaison de nos résultats : nous voulons parler du nitrate de potasse que ces betteraves contiennent en proportion plus ou moins grande, et qui, à une certaine dose, peut produire sur les animaux des effets désastreux dont le moindre serait un grand trouble dans la digestion.

Dans un mémoire sur « la culture des betteraves au champ d'expérience de Grignon[1] », M. Dehérain nous montre que certaines

1. Culture des betteraves au champ d'expériences de Grignon. *Annales agronomiques*, année 1890, p. 542.

betteraves, telle que la « Jaune ovoïde des Barres », peuvent contenir jusqu'à 0.23 p. 100 du poids de betterave en nitrate de potasse. Dans une ration de 3 kilos, par exemple, on administrerait journellement à des moutons 6 gr. 900 de ce sel; cette forte dose pourrait peut-être provoquer chez l'animal des troubles dont sa santé se ressentirait certainement.

Dans notre expérience, nous n'avons pas à tenir compte de ces considérations; nous avons, en effet, choisi une variété, la Tankard, qui semble être la plus pauvre de toutes en nitrate de potasse, puisqu'elle n'en contient que 0.06 p. 100, ce qui, dans la ration de 3 kilos, représentait le poids insignifiant de 1 gr. 800 de ce sel. Cette quantité ne pouvait nuire à nos brebis, aussi avons-nous constaté, dans nos deux lots, un très grand appétit pendant toute la durée de l'expérience.

III. — Conclusions.

De cette expérience, nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

1° *Qu'à quantité de matière sèche égale, la betterave à sucre possède des qualités nutritives plus grandes que celles de la betterave fourragère, cette supériorité ayant été constatée par une augmentation plus grande du poids des animaux;*

2° *Que cette supériorité de la betterave à sucre n'est due uniquement qu'à son coefficient de digestibilité plus élevé.*

Ceci étant bien établi, reste à savoir maintenant si l'agriculteur aura avantage à substituer la betterave à sucre à la betterave fourragère dans la nourriture des animaux; cela dépend assurément des quantités de matière sèche qu'il pourra obtenir à l'hectare avec l'une ou l'autre de ces betteraves. L'expérience seule peut le renseigner à ce sujet.

REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

Technologie.

La couleur de l'orge de brasserie, par M. A. Zœbl [1]. — On n'a pas pu se mettre d'accord jusqu'à ce jour sur l'importance que les brasseurs doivent attacher à la couleur de l'orge; la plupart d'entre eux préfèrent la coloration

1. *Œsterreichische Zeitschr. f. Bierbrauerei u. Malzfabrikation*, 1892, nos 23 et 25; — *Braunspitzige Gerste, Allgem. Brauer- u. Hopfen-Zeitung*, 1892, n° 106. — *Bot. Centralbl.*, LII, 344.

jaune clair. Cependant, dans ces derniers temps, l'opinion a été émise que la couleur ne permettait pas de distinguer les orges saines des malades.

Il y avait donc là une affaire importante à tirer au clair.

Dans l'orge mûre ce sont surtout les parois cellulaires de l'épiderme des glumelles qui renferment la matière colorante jaune.

Or, l'auteur a trouvé que de faibles quantités d'ammoniaque, agissant sur les grains d'orge mouillés, changent cette coloration en jaune foncé. Le même virage de la couleur se produit lorsque, pendant la maturation, les grains sont exposés à la fois à une grande humidité et à une basse température. On obtiendra au contraire la couleur jaune clair par les temps favorables qui hâtent la dessiccation des grains.

Parfois les grains d'orge deviennent gris. Ce changement de couleur doit être attribué à des champignons qui s'établissent de bonne heure sur le grain, surtout sur son sommet coiffé de poils, dans le sillon et sur le stylet basilaire et dorsal; ce sont en général des espèces saprophytes, des genres *Sporidesmium, Cladosporium, Helminthosporium* et *Domatium*. Qu'il intervienne un temps humide pendant la maturation, les spores de ces champignons germent, donnent naissance à des myceliums qui envahissent la surface des glumelles, le sommet et le sillon du grain, traversent les tissus, surtout parenchymateux, pour y provoquer des altérations qui viennent renforcer encore la couleur grise, olivâtre ou brune des myceliums eux-mêmes.

C'est là la raison d'être de la suspicion dans laquelle on tient les grains mouillés par la pluie.

Une autre maladie du grain d'orge consiste en ce que l'extrémité inférieure est colorée en brun par une substance très résistante, que les oxydants seuls détruisent et qui paraît être, au point de vue physiologique, un équivalent de la gomme cicatricielle. On la trouve surtout abondamment dans le voisinage immédiat des faisceaux libéro-ligneux, dans l'axe de l'épillet et dans le parenchyme des glumelles. Les tissus brunis sont traversés par les hyphes d'un champignon d'où paraissent émaner les masses brunes. Ce champignon serait, d'après l'auteur, le *Cladosporium herbarum*.

L'expérience a démontré que l'orge à pointe brune ne possède plus son énergie germinative normale. Sur le papier buvard mouillé, les grains malades deviennent bientôt la proie des moisissures, et, sans aucun doute, le même inconvénient doit se présenter dans les malteries.

En ceci l'expérience exactement conduite n'a fait que confirmer une opinion depuis longtemps très répandue parmi les praticiens.

Le Gérant : G. MASSON.

Paris. — Imprimerie L. MARETHEUX, 1, rue Cassette.



QUELQUES RECHERCHES

SUR

L'USAGE DES FRUITS ET DES RÉSIDUS DE LEUR DISTILLATION DANS L'ALIMENTATION DU BÉTAIL

PAR

M. Ch. CORNEVIN
Professeur à l'École vétérinaire de Lyon.

En lisant le titre de ce petit Mémoire, peut-être plus d'une personne pensera que si des générations d'habiles arboriculteurs ont créé et multiplié nombre de variétés et de races de fruits succulents, c'est pour en orner la table de l'homme, apporter un appoint à son alimentation mais non à celle de ses animaux domestiques; que distribuer à ceux-ci le produit de nos vergers et de nos vignobles est faire un acte comparable à l'introduction du blé dans leurs rations, et elles ne sont peut-être pas loin de penser que si ces distributions ne sont pas prohibées, elles mériteraient de l'être.

Est-il nécessaire de faire ressortir la puérilité d'une pareille façon d'envisager les choses. Est-ce que, transportant la doctrine des causes finales dans le domaine de l'économie rurale, ces personnes voudraient soutenir que le raisin a été créé uniquement en vue de donner du vin et le blé d'être transformé en pain? Hélas, les plaintes sur la mévente des vins et le bas prix des céréales démontrent assez qu'il n'y a pas et qu'il ne peut point y avoir de prédestination pour tel ou tel produit. Bien au contraire, le changement de destination, aussi prompt que le demandent les circonstances, doit être la première préoccupation de l'agriculteur. Faire, par exemple, en une année de sécheresse, la balance entre le prix de vente du blé, des fruits, du vin et le taux probable auquel ces produits ressortiraient en les utilisant à alimenter la machine animale et en les transformant en viande grasse, en lait, etc., non seulement est fort légitime, c'est nécessaire.

Mais — et à nous en tenir aux fruits seuls — avant de mettre une telle idée en pratique, si on la jugeait rémunératrice, il est indispensable d'être fixé sur l'accueil que les animaux réservent à cette nourriture, éloignée de leur genre habituel d'ali-



ments, de voir quelles sont les espèces qui la recherchent ou tout au moins l'accueillent sans trop d'hésitation, celles auxquelles il est avantageux de la donner et celles qui en tirent le moindre profit. On ne possédait que quelques documents, dispersés dans diverses publications et ne concernant que trois ou quatre espèces de fruits. L'abondance des produits de nos vergers en 1893 m'a permis d'expérimenter avec la cerise, la pomme, la poire, la prune, la prunelle, la châtaigne, le raisin, ainsi qu'avec les glands. Parmi les fruits reçus de l'étranger, je me suis occupé des caroubes, des figues et des dattes.

Dans les années d'abondance, une quantité notable de ces fruits, indigènes et exotiques, est soumise à la fermentation puis à la distillation en vue de la production d'alcools de saveur et d'odeur diverses, kirsch, mirabelline, eau de prunelles, etc. Y a-t-il possibilité d'utiliser les résidus de ces opérations pour la nourriture des animaux, sans danger pour leur santé ni disqualification des produits qu'ils fournissent? Si oui, quelle est la composition chimique et par suite la valeur approximative de ces résidus comme aliments?

Voilà les quelques questions qui vont être traitées, en laissant toutefois de côté ce qui concerne les marcs de raisins et de pommes dont l'étude a été faite déjà, notamment par M. Degrully et par M. Houzeau.

La plus grande partie de mes essais a été faite pendant les vacances, à la campagne, dans un petit domaine de l'Est. Là, si j'ai les fruits sous la main, je ne suis pas outillé pour des recherches scientifiques poussées bien loin. On voudra donc ne pas demander à ce travail ce que je ne pouvais y mettre dans les conditions où il a été réalisé, mais le considérer simplement comme une préface à des recherches plus appprofondies qui seront entreprises sur ce sujet et surtout comme une réponse aux questions de pratique que j'ai posées plus haut.

I. — Fruits indigènes.

Cerises. — A l'état frais, la cerise est consommée par l'homme; on la dessèche pour la conserver, on en fait des confitures, on la distille et on en retire l'alcool, de goût spécial, universellement connu sous le nom de kirsch ou kirschenwasser.

Comme c'est un fruit printanier, apparaissant l'un des premiers sur nos tables, la plus forte proportion est toujours consommée par l'homme. La vente, par conséquent, est relativement assurée et facile.

Je me suis néanmoins rendu compte que les oiseaux de basse-cour et les porcs en sont friands et que les moutons les acceptent.

Longtemps cantonnée dans des districts spéciaux de l'Est, où l'on fabriquait des kirschs de premier choix en se servant d'une variété spéciale, dite justement cerise à kirsch, l'industrie de la distillation des cerises s'est étendue de divers côtés. Mais en s'étendant, elle est devenue moins scrupuleuse sur le choix des variétés. On recueille actuellement toutes sortes de cerises qu'on distille quand on n'en trouve pas un prix suffisamment rémunérateur au moment de la cueillette, et qui donnent un kirsch de second rang.

Un fût de 222 litres plein de cerises (autres que les cerises aigres ou griottes) donne, après fermentation et distillation, environ 22 litres de kirsch.

Le marc résultant de l'opération consiste en cerises entières, en pulpe, en noyaux isolés et en jus; celui-ci est peu abondant. Jusqu'ici, on a l'habitude d'enfouir ce marc dans le tas de fumier. C'est à tort; les volailles le picorent spontanément et le porc le mange sans difficultés. Il prend plaisir à broyer les noyaux. En le mélangeant à des pommes de terre cuites, on constitue une ration sortable.

Il est facile d'enlever et de jeter les noyaux qui sont au fond de l'alambic puis d'utiliser seulement le jus, la pulpe et aussi les cerises entières. Il ne faudrait pas cependant dépasser 1 kilo de celles-ci par jour et par tête à cause des noyaux qui produisent de l'obstruction intestinale.

Prunes. — Dans les années favorables, la quantité de prunes récoltées est vraiment prodigieuse et c'est un des fruits les plus faciles à recueillir puisqu'il suffit de secouer l'arbre. Mais c'est un fruit d'été et d'automne qui arrive concurremment avec d'autres, de sorte que son prix n'est pas toujours rémunérateur ; c'est surtout à son sujet que se doit poser la question discutée plus haut. D'ailleurs les variétés de prunes sont nombreuses et de valeur très différente ; s'il en est, comme la reine-claude et la mirabelle, qui auront toujours les préférences de l'homme, d'autres sont moins prisées.

La prune est consommée fraîche, séchée et transformée en pruneaux et aussi distillée pour en recueillir de l'eau-de-vie.

Quand on observe l'appétence des animaux pour les prunes, on voit que le porc, le mouton et le chien non seulement les acceptent, mais même les recherchent. Les volailles les becquètent quelque peu, mais les recherchent moins que les cerises.

Le goût du porc pour ce fruit est trop connu pour qu'il y ait utilité à insister; celui du mouton l'est moins; je me suis assuré qu'il est prononcé. J'ai distribué à deux moutons, pendant le mois de septembre 1893, chaque jour et par tête, à l'état cru, 500 grammes de prunes de plusieurs sortes, mais principalement de quetsches. Elles étaient prises sans hésitation et beaucoup étaient avalées avec leurs noyaux; parfois ceux-ci étaient broyés, d'autres fois ils étaient rejetés.

J'avais constitué pour ces animaux une ration composée de :

Foin	8 kil.	
Prunes	0.500	en mélange.
Son	0.500	

Avec cette ration, les moutons ont engraissé et au moment de l'abatage à la boucherie, ils ont fourni une chair excellente.

A deux reprises, on fit cuire au préalable les prunes; les moutons les prirent moins bien que crues.

Le lecteur s'étonnera peut-être de voir le chien cité parmi les animaux qui ont du goût pour la prune. Pourtant rien n'est plus réel ainsi qu'en témoignent les observations que nous avons faites à son sujet et que nous avons rapportées ailleurs avec tous les détails probants[1].

Ce carnivore, tout en recevant à la maison sa ration habituelle et sans être nullement sous l'aiguillon de la faim, recherche la prune; il pénètre dans les vergers et la ramasse sous les arbres en choisissant de préférence les variétés les plus délicates et les plus sucrées. Sous l'influence de cette alimentation, il engraisse, son poil devient très lustré ; l'odeur *sui generis* qu'exhale habituellement ce carnivore disparaît et il paraîtrait, d'après ce qui m'a été

1. Cornevin. Sur les instincts frugivores du chien, *in C. R. de la Société de Biologie*, décembre 1893.

dit, qu'il fournirait alors une chair bien comestible, mais je n'ai pas vérifié *de gustatu* cette assertion.

J'ai dit que les volailles recherchent peu les prunes crues ; elles les mangent mieux après cuisson ; mais sous cet état ces fruits sont peu nourrissants pour elles parce que le jus de cuisson entraîne une forte proportion des principes alibiles et que leur bec ne leur permet guère d'attraper une quantité suffisante de ce jus. Ainsi deux poules, pesant respectivement 1 kil. 150 grammes et 1 kil. 300 grammes que je nourris exclusivement pendant huit jours de prunes cuites qu'elles recevaient à discrétion, perdirent l'une 80 grammes et l'autre 140 grammes de leur poids.

Les volailles utilisent donc beaucoup moins bien ce fruit que les mammifères, et quand on le leur distribue cuit, il est indispensable de faire absorber le jus de cuisson par du son ou du fleurage pour en faire une pâtée qu'elles prennent bien et dont elles tirent profit.

Pour les mammifères domestiques, la prune doit être donnée crue. Rappelons que, d'après Gohren, la composition de la mirabelle, qui est la sorte qui m'a le plus servi dans mes recherches, est la suivante :

Eau.	82.2
Matières azotées.	0.19
Extractifs non azotés	9.9
Ligneux.	7.0

La faible proportion de protéine impose l'obligation d'associer le fruit en question avec des aliments plus riches en azote.

Depuis quelques années, la pratique de la distillation s'est notablement vulgarisée dans les campagnes et la prune est au premier rang des fruits traités dans les fermes. Comme exemple, je dirai que dans le village, peuplé d'un millier d'habitants, où je passe mes vacances, il a été fait environ 4,000 litres d'eau-de-vie de prunes dans la campagne de 1893.

En moyenne, le tonneau de 225 litres rempli de prunes donne 20 litres d'eau-de-vie ; cela fait approximativement 45,000 kilos de prunes qui ont été distillées et ont abandonné leurs marcs dans ce seul village. Du reste la proportion d'eau-de-vie obtenue varie avec la sorte de prunes employée : la mirabelle donne une liqueur dont le bouquet est d'une finesse supérieure ; la reine-claude, très sucrée, rend beaucoup. La quetsche est surtout la prune de distillation,

parce qu'elle est moins prisée pour la table que les autres ; c'est donc elle qui fournit la plus forte proportion de résidus. Il va de soi que le degré de maturation, conséquence des chaleurs de l'année, doit entrer en ligne de compte.

Après distillation, il reste dans l'alambic un résidu très liquide, de faible odeur de vinasse, habituellement rouge vineux, sauf quand on s'est servi de prunes à peau et chair jaunes.

J'ai demandé à M. A.-Ch. Girard d'analyser un échantillon de celui qu'avait fourni la distillation de mes fruits et qui a servi à mes essais. La composition de ces marcs de prunes constitués par mirabelles, reines claudes et quetsches, en parties égales ou à peu près, les noyaux non séparés, fut trouvée la suivante :

	p. 100
Eau	83.75
Cendres	0.84
Matières grasses	0.49
— azotées	1.02
Sucres, amidon et analogues exprimés en glucose	2.53
Cellulose	5.52
Extractifs non azotés (corps pectiques, acides orgauiques)	5.85

On se préoccupera peut-être de la présence des noyaux, relativement gros et assez durs, dans les marcs. Il suffit, quand la distillation est terminée, de remuer à l'aide d'un fort bâton, très vigoureusement la masse résiduelle pour détacher la plus grande partie des noyaux qui ont pu rester adhérents à la pulpe, puis de laisser reposer.

A la couche supérieure, se trouve la vinasse liquide ; au-dessous, la couche de pulpe sans noyaux ; au-dessous, celle de pulpe avec quelques noyaux non détachés ; tout au fond, les noyaux seuls.

Pour l'usage, on prend les deux premières couches et un peu de la troisième ; on laisse le fond qu'on jette au fumier.

La partie pulpeuse avec ou sans noyaux est réservée au porc qui la prend d'emblée et paraît broyer les noyaux avec plaisir. En la mêlant à des pommes de terre et des eaux de vaisselle, j'ai constitué pour cet animal la ration qui suit :

Pommes de terre (cuites)	2 kil.
Marcs de prunes	2 kil.
Eau de vaisselle	5 litres.

Pour les bêtes bovines et les moutons, je ne me suis servi que des deux couches supérieures avec lesquelles j'ai imbibé tantôt du

son, le plus souvent des menues pailles, des fourrages hachés, quelquefois des criblures. Pour ces animaux, il a fallu un apprentissage, variable selon les sujets, comme cela arrive toujours quand on donne un aliment nouveau, mais peu à peu les bêtes s'y sont mises.

Parmi les oiseaux de basse-cour à qui j'en ai donné, l'oie est celui qui a mangé le mieux les marcs de prunes.

Prunelles. — On a vu combien la distillation s'est vulgarisée dans les campagnes. On ne manque pas de l'appliquer aux prunelles, fruits du Prunellier (*Prunus vulgaris*), arbrisseau très répandu dans les buissons et les friches de l'Est, du Nord et du Centre et qui est très productif. Ces fruits sont utilisés à la fabrication d'eau-de-vie de prunelles et leurs noyaux à celui de la liqueur de prunelles. Moins juteuse que la prune, la prunelle ne rend guère par tonneau de fruits que 11 à 12 litres d'un alcool de bouquet très fin.

Il reste des marcs qui, par leur aspect, tiennent le milieu entre ceux de cerises et ceux de prunes. On peut les utiliser de même façon pour alimenter les animaux.

Pommes. — Elles se divisent naturellement en deux catégories, les pommes de table et les pommes à cidre. Des premières on peut songer à donner aux animaux celles qui tombent avant maturité ou qui, mûres, se détachent parce qu'elles sont véreuses et se blessent en tombant.

On peut recourir aux secondes dans les années d'exceptionnelle abondance, quand le cidre est à bas prix, qu'on n'a pas un matériel suffisant pour l'emmagasiner et que, d'autre part, les fourrages sont rares et chers.

D'après les analyses de M. Houzeau, la composition de la pomme à cidre est la suivante :

Eau	82.20
Cellulose brute	1.26
Matières non azotées diverses	2.64
Substances azotées	0.25
Hydrates de carbonne, sucres, matières saccharifiables, exprimées en sucre réducteur	13.17
Matières grasses	0.23
Principes minéraux	0.25

Celle des pommes de table ne s'en éloigne pas beaucoup; ces pommes diffèrent des premières surtout par la saveur.

Si cette composition est celle d'un aliment assez pauvre, les essais d'alimentation du bétail que j'ai suivis avec les pommes me font considérer ces fruits comme plus médiocres encore que ne l'indique l'analyse.

De tous les animaux de la ferme, les bêtes bovines et les porcs seuls les recherchent et les prennent spontanément. Les premières les ramassent sous les arbres, ce qui n'est pas toujours exempt de dangers pour elles. Les moutons hésitent et n'en consomment que peu ; les chevaux les mangent mais sans empressement ; les volailles y touchent à peine. Il va de soi qu'il est indispensable de les passer au coupe-racines ou de les broyer avant de les distribuer. Elles pourraient, surtout chez les bêtes bovines, s'arrêter dans l'œsophage et occasionner une obstruction de sérieuse gravité.

Soumises à la cuisson, je les ai trouvées mieux appétées du mouton, qui en a ingéré jusqu'à 1 kil. 500 dans un repas; mais c'est une quantité que je n'ai pu dépasser pour cette espèce. Présentées aux volailles, elles sont assez mal prises; ce n'est que sous l'empire de la faim qu'elles le font et cette alimentation ramollit leurs excréments et amène un amaigrissement rapide. Deux volailles qui, recevant à discrétion des pommes reinettes, en mangeaient chaque jour et chacune 225 grammes, perdirent quotidiennement 13 grammes de leur poids pendant la durée de l'expérience.

Les résultats que j'ai obtenus me font me demander s'il n'y aurait pas dans ce fruit quelque peu du glycoside qu'on trouve dans la racine du pommier, la phloridzine, qui agit comme dénutritif et qui provoque le diabète. La chimie verra si mon soupçon est fondé. En tous cas, ce qui ressort de mes essais, c'est que la pomme ne convient pas aux animaux qu'on engraisse.

Pour les autres, il faut toujours l'associer à quelque aliment plus riche. M. Pargon a indiqué récemment les deux rations suivantes pour vaches et chevaux.

Ration pour vaches laitières (de 600 kilos).

Pommes en tranches.	40 litres.
Ecorces de féveroles macérées	1 kil.
Recoupe de féveroles.	1/2 —
Son	3 —
Menue paille.	3 —

(Les cossettes de pommes étaient mélangées à l'avance avec les écorces de féveroles macérées).

Ration pour chevaux (de 540 kilos).

Pommes en tranches	10 litres.
Ecorces de féveroles	1 kil.
Avoine	4 —
Foin	5 —

Les marcs laissés après la fabrication du cidre ont une composition chimique supérieure à celle des pommes non fermentées, puisqu'ils contiennent 0.72 p. 100 de matières azotées, tandis que celles-ci n'en renferment que 0.25. On peut donc les utiliser comme aliments avec quelque profit, ce qu'on fait d'ailleurs. Nous ajouterons que si, comme nous le soupçonnons, des traces de phloridzine existent dans le fruit, rien d'impossible à ce qu'elles aient disparu sous l'action de la fermentation; d'où sécurité complète dans l'affouragement avec ces marcs. C'est peut-être aussi parce qu'il y avait commencement de fermentation que M. Pargon a tiré de bons résultats de la ration préindiquée pour vaches laitières.

Poires. — Dans ses variétés de table, la poire est plus délicate et plus savoureuse que la pomme. Aussi est-elle acceptée par les animaux qui recherchent cette dernière. Le cheval la mange mieux que celle-ci, la vache moins bien; elle est prise par le mouton. J'ai vu des chiens en ramasser dans les vergers et les croquer à belles dents, ce que je n'ai pas constaté pour la pomme. Parmi les oiseaux de basse-cour, l'oie est particulièrement friande de poires.

Le cas échéant, toutes les poires qui ne peuvent figurer sur la table humaine doivent être distribuées aux animaux, et on peut le faire sans arrière-pensée, car la phloridzine n'a pas été constatée dans le poirier. Je dois dire toutefois qu'après un repas à base de poires, on constate quelquefois sur la bête bovine de l'excitation, vraisemblablement de nature alcoolique.

Quant aux poires de pressoir, leur composition se rapproche beaucoup de celle des pommes à cidre, comme on en peut juger par l'analyse suivante, due également à M. Houzeau :

Eau	82.85
Cellulose brute	2.82
Matières non azotées diverses	4.3
Matières azotées	0.21
Hydrates de carbone, sucre, matières saccharifiables exprimées en sucre réducteur	9.4
Matières grasses	0.06
Principes minéraux	0.34

Quand on fait des distributions de poires aux animaux elles doivent être coupées en cossettes comme il a été dit pour les pommes et pour les mêmes motifs.

Après fermentation, les poires à poiré laissent des marcs qui, analysés par M. Houzeau, ont donné la composition suivante :

	p. 100.
Eau	80
Cellulose brute	5.32
Matières non azotées diverses	7.59
Matières azotées	1.08
Sucre et substances saccharifiables exprimées en sucre réducteur.	5.23
Matières grasses	0.30
Principes minéraux	0.45

Les observations présentées au sujet des marcs de cidre s'appliquent aux marcs de poiré.

Raisins. — Tous les animaux de la ferme acceptent le raisin ; le porc et les gallinacés en sont vraiment gourmands.

Ce fruit pousse à la production de la graisse ; d'ailleurs sa composition chimique se rapproche beaucoup de celle de quelques variétés de prunes, ainsi qu'on en peut juger par les analyses de V. Gohren :

	RAISINS	PRUNES de Damas.
Eau	78.9	81.6
Matières azotées	0.72	0.80
Extractifs non azotés	13.8	10
Ligneux	4.5	5.6

Mal placé dans l'Est, où je n'ai que quelques ceps, pour pouvoir faire moi-même autre chose que la constatation du goût des animaux, j'emprunte à autrui deux exemples qui montreront les résultats qu'on peut obtenir quand il y a indication d'utiliser le raisin dans l'alimentation animale.

Autrefois, dans le Midi, on en donnait aux chevaux et aux mulets à l'époque des vendanges. Trois fois par jour, on distribuait à ces animaux un mélange constitué par environ 3 kilos de raisin et 1 kilo de son en guise d'avoine. Les animaux ainsi nourris suffisaient parfaitement à leur tâche[1].

Récemment, un fermier de Californie a employé le raisin pour l'engraissement des porcs[2]. Après avoir prélevé les belles

1. Mogne et Baillet, *Hygiène vétérinaire générale*, p. 206.
2. *Revue horticole*, d'après *Visalia Times*, 1893, p. 512.

grappes d'un vignoble de 20 hectares, il a fait paître le restant à ses porcs. Il entourait quelques acres d'un grillage rudimentaire et lâchait ses cochons dans ce parc improvisé, puis il reportait l'enclos plus loin de façon qu'il les fît passer successivement dans tout le vignoble. Ils grapillèrent très soigneusement et engraissèrent dans de telles proportions, rapporte-t-on, que les raisins ainsi consommés ressortirent à un prix qu'ils n'auraient acquis ni par la vente directe, ni par la transformation en vin.

La composition et l'emploi des marcs de raisin dans l'alimentation animale ayant été étudiés ailleurs, on ne s'y arrêtera pas ici.

Chataignes. — Le propriétaire de châtaigneraies peut avoir avantage à faire consommer les châtaignes au fur et à mesure de la récolte, et de fait, il en est qui en font des distributions à leurs porcs. Il est aussi des circonstances où les agriculteurs peuvent acheter ces fruits à bon marché: c'est d'abord quand les « marchands de marrons » au détail, qui animent les coins de rues des grandes villes et jettent une note pittoresque dans l'uniformité des cités en hiver, quittent leurs échoppes en mars pour regagner leurs montagnes. Il leur reste parfois des stocks dont ils sont obligés de se défaire à bas prix. Puis assez fréquemment ce sont de grands marchands de fruits qui, ayant entassé des provisions de châtaignes, ne peuvent les vendre pour l'homme parce qu'elles ont fermenté, qu'elles « se sont échauffées », comme ils disent. Ils sont obligés de s'en défaire. La châtaigne mise en tas est, en effet, un fruit de conservation difficile. La masse s'échauffe, des moisissures couvrent le spermoderme et l'intérieur s'aigrit.

Intactes ou aigries, elles peuvent entrer dans l'alimentation du bétail. A la ferme d'application de l'École vétérinaire de Lyon, elles contribuent, chaque fois que l'occasion s'en présente, à nourrir les moutons.

On les donne crues, après avoir eu la précaution de les passer soit au coupe-racines, soit, ce qui est préférable, au brise-tourteaux, afin de les égruger. Le spermoderme n'est pas enlevé et reste mêlé à la masse farineuse.

Les moutons reçoivent :

Châtaignes égrugées	3 litres.
Foin.	1 k. 500

Quand on dépasse la dose ci-dessus, il reste une certaine quantité d'enveloppes non consommées.

On peut constituer la ration suivante pour les porcs :

Châtaignes égrugées	2 kil.
Débris de triperie	0 800
Eaux grasses	3 litres.

D'après ce qu'il nous a été donné d'observer, la châtaigne est un bon aliment; mais l'ennui pour l'éleveur est le même que pour le négociant ou le récoltant, la difficile conservation; on ne peut en faire de grandes provisions à la fois ni toujours profiter des occasions avantageuses qui se présentent. Il y aurait lieu de chercher à la conserver soit dans le vide, soit sous l'eau (comme on le fait pour les glands dans quelques pays), soit enfin de la torréfier. Ces points méritent d'être étudiés de près.

Sa composition est la suivante d'après Gohren :

Eau	49.2
Matières azotées	3 »
— grasses	2.5
Extractifs non azotés	42.7
Ligneux	0.8

Glands. — De la châtaigne au gland, la transition est naturelle; bien qu''il ne sagisse point du fruit d'un arbre ou arbuste cultivé, le rôle qu'il joue et surtout qu'il pourrait jouer dans l'alimentation animale, me justifiera d'en parler ici.

Depuis le *Quercus robus* L. des forêts du centre et du nord de l'Europe jusqu'au *Quercus suber* de l'Afrique, les espèces de chênes sont très nombreuses; certaines années elles fournissent des glands en quantité inimaginable.

De temps immémorial, le porc va à la glandée et mange à même sous les arbres; pour les autres animaux l'usage est resté plus restreint. Il n'est généralement que momentané, vu la difficile conservation des glands. Mis en tas, ils s'échauffent, deviennent humides, se couvrent de moisissures orange et bleues.

A l'état vert, avant complète maturation surtout, c'est-à-dire fin août et courant de septembre, chevaux, bêtes bovines, porcs et moutons les consomment d'emblée et intégralement, comme ils acceptent d'ailleurs les feuilles de chêne. A ce moment, la cupule est encore entièrement unie au fruit proprement dit et elle est consommée avec lui. Pour 100 de poids total, il y a 30 de cupules et 70 de fruits. Plus mûrs, l'appétence des animaux est moins

prononcée. Ces glands frais et verts pèsent en moyenne 770 grammes le litre.

Le procédé de conservation le plus généralement employé est la dessiccation. A la campagne j'ai vu la cuisson du pain effectuée, placer les glands dans le four, procédé simple et non coûteux puisqu'il permet d'utiliser du calorique habituellement perdu.

Parfois on profite des belles journées d'automne pour les faire sécher au soleil, moyen plus recommandable pour le Midi que pour le Nord. Quand on dispose de vastes greniers, on les étale en couches très minces et on les laisse ainsi se dessécher peu à peu. Le litre de glands secs pèse environ 470 grammes.

Un autre procédé moins usité est la conservation sous l'eau. Voici en quels termes un agriculteur algérien le décrit : « Les glands étaient jetés dans des trous de 2 à 3 mètres de capacité. Ces trous étaient disposés suivant la ligne d'une pente dominée par une source, l'eau passait d'un trou dans l'autre. Le débit de la source était de 6 litres à la minute. Quelques fagots empêchaient les glands de sortir des fosses.

Après quelques jours d'immersion, les glands émettaient des exhalaisons infectes. Au bout de trois semaines, il n'y avait plus de mauvaise odeur. Les germes avaient disparu ; ils avaient été décomposés par la fermentation de la matière azotée et entraînés hors des fosses par le courant de l'eau ; la peau des glands avait noirci extérieurement, les cotylédons étaient restés blancs ; ils avaient perdu en grande partie leur goût astringent.

Ces glands laissés dans l'eau très peu courante me servaient de janvier à octobre, à l'alimentation d'un fort troupeau de porcs. Les vaches et les bœufs mangeaient ces glands avec la plus grande avidité. (Beugin, *in Journal de l'Agriculture*, 1893, août, p. 250.)

Antérieurement, Magne avait fait connaître que, dans l'Aveyron, lors des années d'abondance, on met les glands dans des citernes où ils se conservent sans altération, même pendant plusieurs années, à condition d'être constamment submergés.

Il y a aussi à signaler la pratique de la torréfaction suivie de la mouture. On obtient ainsi une farine qui se conserve fort bien en sacs. Mais ce procédé, mis en usage quand il s'agit de préparer du café de glands, n'est généralement pas usité quand il faut agir

sur des quantités très considérables comme celles qu'on manipule dans une exploitation agricole importante ; il ne serait vraisemblablement pas économique.

Enfin des auteurs, au nombre desquels il faut citer Viborg, conseillent de drécher le gland, c'est-à-dire de le stratifier dans la terre, de l'arroser, de le faire germer, puis quand la germination est accomplie, de le faire sécher et de le concasser. Sous l'influence de la germination, la dextrine et l'amidon se transforment partiellement en sucre et la protéine devient une albumine plus digestible, mais avec le prix que nous attachons au temps et avec la cherté de la main-d'œuvre, ces avantages ne sont compensés que quand l'agriculteur peut lui-même exécuter ces manœuvres; s'il est obligé de recourir à autrui, il faut y renoncer.

Le gland se donne habituellement cru ; on ne le fait cuire que quand on le mêle à des aliments qui exigent la cuisson, comme les pommes de terre.

Cru, il est donné entier le plus souvent; quelquefois on le concasse. Bosc a recommandé de le faire macérer dans l'eau alcaline pour lui enlever son âpreté. Je n'ai point remarqué que cette amertume déplût aux animaux. En ce qui concerne le mouton, j'ai même observé qu'elle lui plaît davantage que la fadeur ou même que la saveur sucrée.

A la suite de la dessiccation et surtout de la torréfaction l'enveloppe se sépare facilement du fruit, on obtient le gland décortiqué. D'après Wolf, la composition chimique des glands frais et non décortiqués et des secs et décortiqués est la suivante :

	GLANDS FRAIS non décortiqués.	GLANDS SECS décortiqués.
Eau	56 »	17 »
Matières azotées	2 »	5.1
— grasses	2.3	4.2
Cellulose brute	4.5	4.5
Extractifs non azotés	34.2	67.6
Cendres	1 »	1.6

A ces substances, il faut ajouter du tanin, plus abondant dans les glands des chênes septentrionaux que dans ceux du Midi, et un extractif amer.

Le gland, de par sa constitution chimique, ne constitue pas un aliment concentré, mais on aurait tort de le négliger. Son asso-

ciation à d'autres aliments dans les années d'abondance permet de constituer des rations économiques.

Il vient d'être dit que du tanin se trouve dans les glands ; on nous a plusieurs fois consulté pour savoir si sa présence pouvait occasionner des maladies aux animaux et, par conséquent, être un empêchement à l'introduction des glands dans l'alimentation. Des observations que nous avons faites, il résulte que le fruit du chêne provoque la constipation qui peut devenir opiniâtre si la ration en est forte, mais nous n'avons jamais observé autre chose et en particulier nous n'avons pas vu apparaître l'hématurie, la néphrite ou quelque empoisonnement spécial.

Il est facile de ne pas laisser prendre à cette constipation un caractère trop prononcé en ne forçant pas les doses de glands et surtout en les associant à des aliments aqueux qui poussent à la diarrhée, tels que des pulpes, des vinasses, des drèches très liquides, du son fraisé. C'est même un excellent moyen de combattre l'allanguissement des fonctions digestives, le début de fatigue intestinale, l'inappétence et l'hydrohémie qui se montrent quand on utilise trop exclusivement ou trop largement les déchets industriels.

Pour le cheval, il ne faut pas dépasser chaque jour 4 kil. 1/2 de glands verts ou 2 kil. 800 de glands secs. En associant cette quantité à une poignée de graine de lin on prévient ou on atténue la constipation.

Pour la vache laitière, on adoptera les mêmes quantités, car en les forçant, on s'expose à en retrouver chaque jour au fond de la crèche. On les associe aux pulpes, aux vinasses, aux pommes de terre et surtout au son.

Pour les bœufs de labour ou d'engraissement, on va jusqu'à 6 kilos de glands frais et 3 kil. 700 de secs qu'on associe à d'autres aliments.

Les moutons peuvent recevoir 500 grammes de glands secs ou 7 à 800 grammes de verts.

Le porc en recevra de 800 grammes à 1 kilo de secs suivant sa taille et de 1 kil. 300 à 1 kil. 500 de frais.

Lorsqu'il s'agit de glands doux provenant des espèces méridionales et notamment du chêne-liège, les rations ci-dessus peuvent être majorées d'un dixième.

Le lapin mange aussi le gland. Les volailles ne le recherchent

pas; il ne leur convient pas cru; elles l'acceptent à la rigueur quand il est cuit ou mieux quand on en fait une sorte de pain de glands, après qu'il a été torréfié. Mais il est bien d'autres aliments préférables pour les hôtes de la basse-cour.

L'alimentation au gland tonifie les chairs; à ce titre elle est recommandable pour les animaux qu'on va consommer, notamment le porc.

II. — Fruits exotiques : Caroubes, figues et dattes.

Les fruits exotiques qui peuvent servir et qui servent, sur place, de nourriture au bétail sont nombreux; la Banane, par exemple, est fort recherchée du porc et lui est très favorable. J'ai eu l'occasion d'étudier les trois espèces qui sont les plus couramment importées en Europe : la caroube, la figue et la datte.

Caroubes. — Le caroubier est un arbre du bassin méditerranéen qui croît en Espagne, en Sicile, en Calabre, dans l'Archipel et à Chypre, en Égypte, en Syrie et en Algérie.

Son fruit est une gousse à valves épaisses, pleines d'une pulpe sucrée, mi-solide et contenant des semences ovales, aplaties, à testa corné, très dures. A l'état frais, il est mangé par l'homme et par les animaux domestiques.

Associé à l'orge et à la paille, il forme une bonne ration pour le cheval. Divisé, mis en macération, puis mélangé avec son eau de macération à du son, à du foin et à de la paille hachée, il constitue pour les vaches laitières une ration dont elles sont friandes.

Ce fruit sert aussi à la fabrication de piquette, d'alcool, de sirop et même d'une sorte de chocolat.

Dans les pays producteurs, on fait dessécher les caroubes pour l'exportation et la gousse nous arrive entière, aplatie, à enveloppe brunâtre, luisante; elle est très dure, pèse en moyenne de 18 à 20 grammes et renferme des graines brun rougeâtre, excessivement dures, de grosseur rappelant les gesses. Quelquefois, après utilisation, sur place, de la pulpe, on expédie les graines seules en Europe.

En raison de la rareté des fourrages en 1893, il a été importé, en France, de bonnes quantités de caroubes sèches pour alimenter le cheptel. L'île de Chypre a été notre principal fournisseur.

Voici une analyse du fruit du caroubier :

	p. 100
Eau	16.30
Matières azotées	4.31
— grasses	0.54
Sucre de canne	30.10
Glucose	14.55
Hydrocarbones et Cellulose	32.10
Cendres	2.20

En raison de l'état de dureté sous lequel les caroubes nous arrivent, elles ne peuvent guère être prises par les animaux sans avoir été ramollies.

C'est pourquoi on les soumet soit à la macération, soit à la cuisson, après les avoir divisées, car l'enveloppe forme une sorte de gaine cornée qui empêche l'action de l'eau. Quand on a recours à la macération, il faut la prolonger au moins quarante-huit heures ; car, après vingt-quatre heures, il n'y a pas encore de ramollissement sensible et les graines n'ont guère absorbé que 120 grammes d'eau par kilogramme.

Pendant la cuisson, qui doit être également prolongée, il se dégage une faible odeur de vinasse. Les eaux de macération et de cuisson ne doivent pas être jetées; elles sont bien acceptées des animaux. On les donne soit avec les caroubes, soit avec de la paille ou du foin haché, du son, des farines troisièmes.

J'ai nourri pendant quelque temps deux brebis avec la ration suivante :

Caroubes cuites	1 kil.
Pulpes de sucrerie desséchées	600 gr.
Paille	à discrétion.

Les pulpes et les caroubes avec l'eau de cuisson étaient mélangées un jour à l'avance. Pour tous les animaux, sauf le porc, un apprentissage est nécessaire et ils refusent de toucher d'emblée à cet aliment nouveau. Cet apprentissage est fort variable suivant les individus.

Le cheval nourri aux caroubes s'en trouve bien et il a fort bon poil, mais, par suite de la richesse en sucre de ces fruits et de la fermentation de ce corps, il se produit des flatuosités trop renouvelées.

Figues. — Bien que le figuier soit très répandu dans le midi de la France et y fournisse deux générations de fruits, la plus forte partie des figues desséchées provient de l'importation.

Tout le monde connaît le rôle qu'elles jouent sur nos tables

comme dessert. En en faisant des distributions aux animaux, j'ai été fort étonné de voir que, le porc excepté, les autres animaux de la ferme ne les consomment point avec l'avidité qu'on aurait pu supposer en raison de leur saveur sucrée. Le mouton, en particulier, est long à s'y habituer et, dans mes essais, je n'y suis parvenu qu'en les associant à des aliments qu'ils appétaient bien, tels que des pulpes desséchées et du tourteau pulvérisé; plus tard, même après accoutumance, quand je les donnais seules, une partie restait toujours au fond de la crèche. Est-ce simplement parce qu'elles lui empâtent la bouche ou ne serait-ce pas plutôt que le mouton appète mieux les substances amères que les sucrées, comme je l'ai déjà fait remarquer à propos des glands?

Un prélèvement de figues sèches, fait parmi celles dont je me suis servi dans mes expériences, a été analysé par M. A.-Ch. Girard, qui a obtenu les résultats suivants :

	p. 100.
Eau	25 »
Cendres	2.08
Matières azotées	1.95
— grasses	0.51
Sucre, amidon et analogues exprimé en glucose	51.04
Cellulose	2.61
Extractifs non azotés (corps pectiques, acides organiques, etc).	16.81

On voit que, de tous les fruits que nous avons étudiés jusqu'ici, les figues sont les plus riches en sucre.

S'il y a peu de probabilités de voir la figue sèche entrer directement dans l'alimentation animale, les résultats de sa distillation peuvent y figurer avantageusement, comme je vais le montrer. Avant l'augmentation des droits sur les alcools, il s'était créé en Algérie une industrie spéciale. On associait, en petite quantité, de l'anis et de la réglisse aux figues pour la fermentation et la distillation et on obtenait un *alcool anisé*. La quantité de résidus obtenus était en moyenne du double de celle des matières premières employées, 100 quintaux de figues, anis et réglisse laissant 200 quintaux de marcs.

Ces résidus, d'après des renseignements qui m'ont été envoyés par M. Brémond, d'Oran, étaient très bien pris par des bœufs et des moutons à l'engrais. La ration, par mouton, était de 4 kilos distribués en deux fois. Celle des bœufs variait de 20 à 40 kilos suivant la taille et le poids. On y ajoutait des recoupes de blé touzelle pour parachever l'engraissement.

Cette industrie a disparu par suite des mesures fiscales qui ont grevé les alcools de fabrication de 80 francs l'hectolitre. Peut-être renaîtrait-elle si les circonstances changeaient.

En France, les figues ont été aussi employées à la fabrication de l'alcool. Leur utilisation dépend beaucoup de l'abondance de la récolte en raisins, parce que habituellement on les mélange avec des marcs de raisins, on laisse fermenter et on distille simultanément les deux résidus afin d'obtenir une plus forte proportion d'une eau-de-vie qui a été vendue parfois audacieusement sous le nom de « marc nature ». Cette addition n'est pas avantageuse quand la récolte en raisins a été abondante et que, par conséquent, les alcools sont à bas prix.

On distille rarement les figues seules, l'alcool produit ayant une odeur et une saveur dont ne s'accommodent pas les palais tant soit peu délicats. Les marcs de figues, provenant d'une distillation sans mélange sont bruns et exhalent une odeur de caramel. Voici, exécutée également par M. Girard, l'analyse d'un échantillon des marcs de figues qui ont servi à mes expériences :

	p. 100
Eau	48 »
Cendres	1.67
Matières azotées	1.55
— grasses	0.45
Sucres, amidon et analogues	34.32
Cellulose	1.85
Extractifs non azotés (corps pectiques, acides organiques)	12.16

Dans mes essais, ces marcs ont été pris d'emblée et non avec l'hésitation observée pour les figues intactes.

Une dernière remarque. Si, après avoir mis des figues en fermentation, une cause imprévue empêchait de pratiquer la distillation, qu'on ne distribue pas la masse fermentée ou fermentante au bétail. D'abord, il l'appéterait peu et ce qu'il en mangerait occasionnerait des accidents. Elle est imprégnée d'alcools ou peut-être d'éthers toxiques; avec elle, j'ai empoisonné un de mes sujets d'expériences.

Dattes. — Dans les pays chauds où croît le dattier, ses fruits servent à la nourriture de l'homme; ceux de qualité inférieure sont distribués aux animaux. Il en est de même des noyaux de dattes qu'on donne aux chameaux, aux chèvres, aux moutons, soit entiers, soit après les avoir pilés.

Les dattes qu'on importe en Europe ne figuraient guère que comme dessert sur nos tables. Depuis quelques années, on s'en sert de la même façon et dans les mêmes conditions que la figue pour la fabrication d'alcool. Distribuée au mouton, la datte est mieux acceptée que la figue, il la mange noyau compris. On a recommandé de faire bouillir les noyaux de dattes pour les ramollir avant de les distribuer aux animaux. Cette opération a besoin d'être prolongée longtemps pour amener le ramollissement car, au début, il y a plutôt durcissement. L'eau de cuisson, de couleur rouge vineuse et d'odeur agréable, peut être utilisée pour imprégner des pailles ou du son ; elle est bien prise.

Le broyage, l'aplatissement ou le concassage des noyaux me paraissent préférables. Ainsi préparés et mélangés à du fleurage, ils ont été mieux et plus rapidement acceptés par les animaux en expérimentation que les noyaux cuits. Quant à la pulpe de la datte seule et séparée des noyaux, elle est bien appétée.

Il vient d'être dit que la datte est utilisée à la production d'alcool. L'opération laisse des marcs brunâtres, à odeur de pruneaux, plutôt agréable que désagréable.

Avec sa complaisance habituelle, M. Girard a bien voulu faire des analyses séparées de la pulpe de la datte, du noyau et des marcs de distillation dont nous nous sommes servis pour nos essais ; en voici le résultat :

MATIÈRES DOSÉES	DATTES		MARCS DE DATTES avec les noyaux.
	PULPES 81.5 p. 100.	NOYAUX 14.9 p. 100.	
	p. 100.	p. 100.	p. 100.
Eau	16.68	11.10	47.10
Cendres	2.24	0.85	1.21
Matières grasses	0.16	4.18	0.78
— azotées	2.46	5.16	2.47
Sucres, amidon et analogues exprimés en glucose	55.74	25.18	22.25
Cellulose	2.55	12.36	3.39
Extractifs non azotés (corps pectiques, acide organique, etc.)	17.17	41.19	22.80

Après quelques jours d'hésitation, ces résidus ont été pris par les animaux et, leur emploi n'a rien présenté de particulier.

CULTURES DU CHAMP D'EXPÉRIENCES DE GRIGNON

DE 1890 A 1893

PAR

M. J. DUMONT [1]

Chimiste de la Station agronomique

Troisième partie.

Cultures du champ d'expériences en 1892.

RÉSUMÉ MÉTÉOROLOGIQUE.

L'hiver de 1891 à 1892, quoique moins rigoureux que le précédent, a été marqué par de fortes gelées. Dans les premiers jours de janvier, le thermomètre est descendu très bas et la température moyenne de ce mois est la plus faible de toute l'année. Les minima que nous avons constatés en décembre sont de 15 à 17 degrés. L'année, dans son ensemble, est moins pluvieuse que les précédentes.

		Température moyenne.	Pluie tombée en millimètres.
1891.	Octobre	12°,2	48.3
—	Novembre	5°,1	44.0
—	Décembre	4°,3	55.4
1892.	Janvier	1°,9	20.4
—	Février	4°,6	68.4
—	Mars	4°,3	55.0
—	Avril	10°,5	11.0
—	Mai	15°,0	10.0
—	Juin	17°,0	36.2
—	Juillet	17°,6	55.7
—	Août	19°,0	40.0
—	Septembre	15°,5	34.0
		Pluie totale	478.4

On remarquera particulièrement que la pluie a été insuffisante en avril et en mai; ces deux mois, pendant lesquels la végétation est la plus active, n'ont reçu qu'une très faible quantité d'eau.

1. Voir page 137.

CULTURE DU BLÉ

Les récoltes en général ont été médiocres : les blés ont souffert de la gelée pendant l'hiver et de la sécheresse pendant l'été ou à la fin du printemps.

Le Dattel (*tableau I*) a été particulièrement mauvais dans les parcelles **66** et **69** où il a respectivement donné 7 et 12 quintaux métriques.

Il importe d'en rechercher la raison : on ne peut pas attribuer uniquement ce faible rendement, que nous n'avons jamais eu l'occasion de constater antérieurement, à la destruction d'une partie des semis pendant l'hiver : en effet, sur **68** et sur **83**, le Dattel donne respectivement 19 et 21 quintaux métriques de grain, bien que ces deux parcelles aient été cultivées sans engrais, tandis que **66** et **69** ont été fumées.

Le tableau montre que sur ces deux parcelles **66** et **69**, le Dattel succédait à des pommes de terre sans engrais. On avait voulu savoir si la prairie maintenue sur ces deux parcelles de 1887 à 1890 avait déterminé un enrichissement du sol en azote, suffisant pour qu'il fût possible de ne pas ajouter de fumier. Or, non seulement les deux parcelles **66** et **69** n'ont donné que de médiocres rendements en pommes de terre (28 et 19 tonnes), ainsi que l'a constaté M. G. Paturel dans un mémoire inséré ici même, mais, en outre, le blé qui leur a succédé a été absolument misérable; l'influence pernicieuse de la prairie se prolonge donc pendant plusieurs années, et c'est surtout à cette influence néfaste qu'il faut attribuer les faibles rendements de **66** et **69**.

On sait que quelques auteurs ont préconisé la création de prairies temporaires à placer dans les rotations; sur notre sol de Grignon ce mode d'assolement est désastreux. Sans doute, en maintenant une pièce en prairie permanente, on l'enrichit en azote, mais en même temps sur ces terres non remuées, pullulent des insectes destructeurs du blé ou de l'avoine et peut-être en outre s'y propagent-ils ces ferments réducteurs de nitrates signalés par M. E. Bréal.

D'autres causes ont encore agi pour diminuer les rendements. Les récoltes de blé à épi carré Porion sont les plus faibles que nous ayons encore constatées. Non seulement la récolte a été

très affaiblie par les froids de l'hiver, mais en outre la sécheresse extrême du printemps a empêché la croissance de la paille dont le poids est extraordinairement faible et souvent ne dépasse qu'à peine celui du grain.

Cette égalité entre la paille et le grain est encore sensible pour la culture du blé Sholey. Une seule parcelle, **16**, donne un rendement élevé en grains, mais très peu de paille.

La récolte du blé sur **70** est excessivement faible, bien que les betteraves fumées à raison de 40,000 kilos de fumier en 1891 eussent donné une récolte passable. On a appliqué sur cette parcelle 200 kilos de nitrate de soude au printemps de 1892, et la faiblesse des rendements serait tout à fait inexplicable si on ne se rappelait que cette terre a été maintenue en prairie de 1884 à 1888. Il serait bien curieux de constater, dans une autre occasion, que la quatrième année après que la prairie a été défrichée, son influence néfaste est encore sensible.

Ainsi que nous l'avons déjà dit, le Schlanstedt résiste assez bien à la gelée ; ses rendements sont suffisants. Il en est de même pour les blés Maud et Goldendrop.

Nous avions été frappé en 1891] de la réussite du Goldendrop comme blé de printemps, et nous avons cru devoir essayer les blés à épis carrés pour nous renseigner sur les qualités qu'ils pourraient présenter s'ils étaient semés en mars. Le résultat a été déplorable : le blé Porion n'a pas mûri dans la parcelle **78** ; le Sholey n'a pas donné de meilleurs résultats que le précédent sur **77** ; le Dattel seul a donné une récolte, mais elle est restée misérable. Voilà des variétés qu'il est impossible de cultiver comme blés de printemps.

Il convient toutefois de faire remarquer, en terminant ce paragraphe, ce que peut donner, comme bénéfice, une récolte de blé aussi faible que celle de 1892. Très souvent, même dans les années ordinaires, les cultivateurs se plaignent de la mévente des denrées agricoles et principalement de la mévente des blés. Bien qu'il soit très difficile d'établir d'une façon absolue le prix de revient d'un hectolitre de blé et de déterminer ainsi le bénéfice net obtenu, il n'est pas impossible d'avoir une idée approximative de la valeur des récoltes. A la station agronomique de Grignon, nous calculons le bénéfice en défalquant de la valeur totale de la récolte une somme fixe de 300 francs à laquelle s'ajoute le

TABLEAU I. — Cul-

NUMÉROS des parcelles.	CULTURE ET FUMURE en 1891.	NATURE ET POIDS DE L'ENGRAIS distribué en 1891.
		Blé
61	Trèfle sans engrais	10.000 kil. fumier, 100 kil. nitrate de soude. . . . .
62	Trèfle —	Sans engrais . . . .
63	Trèfle —	100 kil. nitrate de soude . . . . .
64	Trèfle —	5.000 kil. fumier, 100 kil. nitrate de soude . . . .
78	Trèfle —	Sans engrais (printemps) . . . . .
81	. . . .	Sans engrais . . . .
		Blé
15	Pomme de terre sans engrais	10.000 kil. fumier, 100 kil. nitrate de soude . . . .
16	Pomme de terre, 200 kil. superphosphate, 200 kil.	20.000 kil. fumier, 100 kil. nitrate de soude . . . .
67	Trèfle incarnat.	200 kil. superphosphate, 200 kil. nitrate de soude. . . . .
70	Betterave, 40,000 kil. fumier.	200 kil. nitrate de soude . . . . .
77	Trèfle sans engrais	Sans engrais (printemps) . . . . .
82	. . . .	Sans engrais . . . .
		Blé
66	Pomme de terre sans engrais	200 kil. superphosphate, 100 kil. nitrate de soude . . . .
68	Trèfle sans engrais	Sans engrais . . . .
69	Pomme de terre.	10.000 kil. fumier, 100 kil. nitrate de soude . . . .
76	Trèfle	Sans engrais (printemps) . . . . .
83	. . . .	Sans engrais . . . .
		Blé
14	Betterave, 40,000 kil. fumier	Sans engrais. . . . .
79	. . . .	200 kil. superphosphate, 200 kil. nitrate de soude . . . .
		Blé
80	. . . .	200 kil. superphosphate, 200 kil. nitrate de soude . . . .
		Blé
84	. . . .	Sans engrais . . . .

ture du blé en 1892.

DÉPENSE D'ENGRAIS	POIDS du grain.	VOLUME du grain.	POIDS de la paille.	VALEUR du grain à 22 fr. les 100 kil.	VALEUR de la paille à 4 fr. les 100 kil.	VALEUR de la récolte.	BÉNÉFICE Frais fixes 300 fr.
fr. c.	quint. mét.	Hectol.	quint. mét.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.
Porion							
124 00	17 00	21 76	24 00	374 00	96 00	470 00	46 00
»	20 00	26 60	27 00	440 00	108 00	548 00	248 00
24 00	20 00	26 60	25 50	440 00	102 00	542 00	218 00
74 00	19 00	24 32	24 00	418 00	96 00	514 00	140 00
»	»	»	20 50	»	82 00	82 00	—218 00
»	23 00	29 91	26 00	506 00	104 00	610 00	310 00
Sholey.							
124 00	27 00	34 56	29 00	594 00	116 00	710 00	286 00
224 00	30 00	38 40	31 00	660 00	124 00	784 00	260 00
68 00	22 50	28 80	25 00	495 00	100 00	595 00	227 00
48 00	12 00	15 36	12 00	264 00	48 00	312 00	— 36 00
»	»	»	24 00	»	96 00	96 00	—204 00
»	25 00	32 00	32 00	550 00	128 00	678 00	378 00
Dattel.							
44 00	7 50	9 68	7 50	165 00	30 00	195 00	—149 00
»	19 00	24 51	29 00	418 00	116 00	534 00	234 00
124 00	12 00	25 48	14 00	264 00	56 00	320 00	—104 00
»	3 40	4 40	19 90	74 80	79 60	154 40	—145 60
»	21 00	27 10	25 00	462 00	100 00	562 00	262 00
Schlanstedt.							
»	24 00	31 20	28 00	528 00	112 00	640 00	340 00
68 00	23 00	29 90	24 00	506 00	96 00	602 00	234 00
Maud.							
68 00	22 00	27 60	27 00	484 00	108 00	592 00	224 00
Goldendrop.							
»	22 00	28 00	28 00	484 00	112 00	596 00	296 00

prix des engrais. Les frais fixes de 300 francs représentent le loyer du terrain augmenté de tous les frais de culture et de récolte. Malgré les rigueurs de l'hiver et la sécheresse de l'été, la culture du blé a donné d'assez jolis bénéfices qui représentent en moyenne, si nous défalquons les blés de printemps cultivés dans les parcelles 78, 77 et 76, une somme de 189 francs environ.

Ceci nous montre clairement que le blé peut produire encore, même dans les années défavorables, un rendement assez rémunérateur.

CULTURE DE L'AVOINE

Les parcelles de **49** à **60** ont été cultivées en avoine ; on a essayé comparativement les quatre variétés suivantes : avoine de Houdan, avoine des Salines, avoine de Hongrie et avoine Ligowo. Cette céréale a succédé au blé, aux betteraves et aux pommes de terre. Jusqu'à présent nous placions dans notre assolement l'avoine après des plantes sarclées ; il nous a paru intéressant de rechercher si on pouvait avantageusement la faire succéder au blé. Cette question offre un certain intérêt à cause de l'assolement triennal, fort en usage dans plusieurs régions et principalement dans le centre, où très souvent l'avoine arrive à la suite du blé.

Il nous suffit (*tableau II*) de comparer entre elles pour avoir quelques premières indications sur ce sujet les parcelles **51** et **58**, **50** et **57**, **49** et **54**. Dans les n°s **51** et **58**, **50** et **57** le rendement est plus élevé après la récolte de blé qu'après celle des pommes de terre ; nous avons une différence de 4qm,5 dans le premier cas et de 2qm,5 dans le second. Dans les parcelles **49** et **54** nous n'avons pas de différence bien sensible. Contrairement à ce que nous avions constaté dans les années précédentes, les récoltes d'avoine ont été meilleures après les pommes de terre qu'après les betteraves.

Il peut être intéressant de poursuivre encore ces expériences, particulièrement pour la succession blé, avoine. On peut prévoir que cette rotation est assez avantageuse ; la pratique l'a d'ailleurs vérifiée à maintes reprises ; moins exigeante que le blé, l'avoine qui lui succède trouve encore dans le sol des éléments suffisants pour donner des résultats satisfaisants.

L'influence de la prairie n'est pas aussi pernicieuse, aussi néfaste à l'avoine qu'au blé ; ainsi les parcelles **54**, **57** et **58** en pré jus-

TABLEAU II. — Culture de l'avoine en 1892.

NUMÉROS des parcelles.	CULTURE PRÉCÉDENTE	ENGRAIS DISTRIBUÉ	DÉPENSE d'engrais.	POIDS du grain.	VOLUME du grain.	POIDS de la paille.	VALEUR du grain à 18 fr. les 100 k.	VALEUR de la paille à 3 fr. 30 les 100 k.	VALEUR de la récolte.	BÉNÉFICE Frais fixe : 300 fr.
			fr. c.	q. m.	fr. c.	q. m.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.
	Avoine de Houdan.									
52	Betteraves, 50.000 kil. fumier	Sans engrais	»	20 00	40 00	22 00	360 00	77 00	437 00	137 00
53	Betteraves, sans engrais	—	»	11 00	22 00	10 50	198 00	36 75	234 75	—65 25
55	— culture de moutarde.	—	»	18 00	36 00	21 00	324 00	73 50	397 50	97 50
	Avoine des Salines.									
51	Blé : 200 kil. nitrate de soude	Sans engrais	»	28 00	58 52	51 50	504 00	180 25	684 25	384 25
58	Pommes de terre, sans engrais.	—	»	23 50	49 12	44 00	423 00	154 00	577 00	277 00
60	Betteraves, 25.000 kil. fumier, culture dérobée de navette	—	»	14 50	30 30	26 00	261 00	91 00	352 00	52 00
	Avoine de Hongrie.									
50	Blé, 200 kil. superphosphate, 200 kil. chlorure de potassium, 100 kil. nitrate	Sans engrais	»	28 00	58 52	43 00	504 00	150 50	654 50	354 50
57	Pomme de terre, sans engrais	—	»	25 50	53 30	39 00	459 00	136 30	595 50	295 50
59	Betteraves, 25.000 kil. fumier et culture dérobée de moutarde.	—	»	21 00	43 89	24 00	378 00	84 00	462 00	162 00
	Avoine Ligowo.									
49	Blé, sans engrais	Sans engrais	»	26 60	53 20	26 00	478 80	91 00	569 80	269 80
54	Pommes de terre, sans engrais.	—	»	27 00	54 00	29 00	486 00	101 50	587 50	287 50
56	Betteraves, 25.000 kil. fumier, culture dérobée de colza	—	»	21 00	42 00	25 00	378 00	87 50	465 50	165 50

qu'en 1891, ont donné des rendements presque aussi élevés que les parcelles voisines.

Le n° **53**, qui donne la plus faible récolte, est encore une de ces parcelles cultivées sans engrais depuis 1875 ; les superphosphates à la dose de 200 kilos n'ont pas eu d'effets sensibles et il convient d'insister sur ce résultat; M. Dehérain a inséré dans son *Traité de Chimie agricole*, page 420, une représentation de l'effet qu'a exercé sur la culture du blé, dans la parcelle sans engrais, l'emploi des superphosphates; de 8 quintaux métriques obtenus à l'hectare sur la parcelle non phosphatée, on est passé à 24, par le seul emploi des phosphates; tandis que sur l'avoine l'addition des superphosphates est sans effets.

En résumé, pendant l'année 1892, les variétés cultivées se placent dans l'ordre suivant :

	q. m.
Hongrie et Ligowo.	24.8
Salines.	22.0
Houdan	19.0[1]

Les nouvelles variétés, avoine de Hongrie et avoine Ligowo, paraissent assez résistantes; elles ne sont pas inférieures aux autres. Cependant nous ne pouvons encore les apprécier à leur juste valeur après une seule année d'expériences[1].

D'une manière générale, les rendements de l'avoine sont inférieurs à ceux des années précédentes. Cette cause peut être attribuée d'une part à la sécheresse du printemps et d'autre part à la rouille qui a sévi sur **49**, **54** et **56** cultivés en avoine des Salines. La variété de Houdan a été très mauvaise, elle a donné notamment une récolte de paille très faible, très inférieure à celle qu'on a recueilli des autres variétés.

CULTURE DU TRÈFLE

En 1892, les récoltes de trèfle ont été misérables dans la plupart des parcelles; la levée a été assez irrégulière et la sécheresse a nui beaucoup au bon développement de cette légumineuse.

Si nous nous reportons aux rendements obtenus en 1891, nous constatons une sensible diminution.

1. On n'a pas tenu compte du rendement de 53 resté sans engrais depuis 1875.

On a discuté dans la première partie de ce mémoire les conditions que le sol doit remplir pour que la culture du trèfle ait quelque chance de succès ; nous avons particulièrement insisté sur la nécessité des matières organiques. Le fait devient encore évident si on examine la faible récolte produite par la parcelle **21**, épuisée par la culture sans engrais depuis 1875.

Les superphosphates et le chlorure de potassium répandus sur **27** n'ont pas eu d'action bien marquée :

Culture du trèfle en 1892.

Numéros des parcelles.	CULTURE ET FUMURES		RENDEMENT A L'HECTARE	
	1890.	1891.	Fourrage vert.	Fourrage sec.
	—	—	— kilos.	— kilos.
	Betteraves:	Avoine:		
21	Sans engrais.	Sans engrais. . .	3.860	1.410
22	30.000 kil. de fumier, 200 kil. nitrate	— —	10.820	4.850
23	20.000 kil. fumier, 200 kil. nitrate.	— —	11.340	5.110
24	30.000 kil. fumier, 200 kil. nitrate.	— —	12.420	5.630
25	30.000 kil. fumier, 200 kil. nitrate.	— —	9.980	5.050
26	20.000 kil. fumier, 200 kil. nitrate.	— —	10.920	4.650
27	30.000 kil. fumier, 200 kil. nitrate.	— —	7.930	3.780
28	30.000 kil. fumier, 200 kil. nitrate.	— —	9.100	4.300
29	30.000 kil. fumier, 200 kil. nitrate.	— —	10.300	4.290
30	30.000 kil. fumier, 200 kil. nitrate.	— —	7.700	3.450
31	10.000 kil. fumier, 200 kil. nitrate.	— —	10.900	4.050
32	30.000 kil. fumier, 200 kil. nitrate.	— —	9.080	4.070

Le trèfle semé dans l'avoine des Salines (de **21** à **25**) est un peu supérieur à celui qui a été semé dans l'avoine de Houdan. Cette différence peut tenir à ce que la première variété est un peu plus hâtive que la seconde.

Si nous considérons maintenant le rendement moyen de la culture du trèfle après des betteraves ayant reçu en 1890, des doses

différentes de fumier de ferme nous obtenons les nombres suivants :

		kil. gr.
Betteraves,	30,000 kilos de fumier. . .	4.427 5
—	20,000 — — . . .	4.650 0
—	10,000 — — . . .	3.450 0
—	sans engrais.	1.410 0

A l'exception de quelques parcelles, comme le n° 21, cultivées sans engrais depuis 1875, le sol du champ d'expériences est assez riche en matières ulmiques aussi il ne semble pas que les fumures antérieures de 30,000 kilos aient sur la culture de trèfle une action plus marquée que les fumures de 20,000 kilos.

Le trèfle incarnat a été cultivé sur les parcelles **11**, **12** et **13**, qui sont des anciennes prairies ; son développement a laissé beaucoup à désirer ; les plantes, quoique de petite taille, ont bien fleuri. Les rendements ne sont pas très élevés : la parcelle **11** a fourni 11,600 kilos ; la parcelle **12**, 12,350 kilos, et la parcelle **13**, 9,600 kilos de fourrage vert. Après la récolte du trèfle, qui a été effectuée le 30 mai, on a préparé le sol pour la culture du maïs-fourrage.

CULTURE DU MAÏS-FOURRAGE

Cette graminée, qui joue un si grand rôle comme plante fourragère, a occupé six parcelles, dont trois avaient été anciennement cultivées en prairies ; les autres ont été nouvellement affectées au champ d'expériences.

Les rendements offrent une particularité assez intéressante ; dans les nos **11**, **12** et **13** ils sont de moitié inférieurs aux autres. La cause est due probablement à l'action préjudiciable de la prairie, qui se fait encore sentir.

Cultures du champ d'expériences en 1893.

Quatrième partie.

RÉSUMÉ MÉTÉOROLOGIQUE

L'hiver 1892-1893 a été relativement doux et la récolte s'annonçait bien dans les premiers jours du printemps. Après avoir traversé deux hivers assez rigoureux, on était en droit d'attendre une saison meilleure et de plus belles récoltes. Malheureusement il arrive

parfois, quand les cultures n'ont pas souffert du froid, qu'elles sont condamnées à souffrir de la sécheresse. C'est le caractère principal de l'année qui vient de s'écouler. Le printemps a été très sec; pendant une longue période de soixante-dix jours, il n'est pas tombé d'eau et les récoltes séchaient presque sur pied. Cette sécheresse restera légendaire; dans beaucoup de régions elle a provoqué de véritables désastres : les fourrages ont fait défaut et les cultivateurs ont été contraints de vendre leur bétail à vil prix. La récolte des céréales a été cependant meilleure qu'on ne l'aurait pensé; le blé en particulier a pu, grâce à ses longues racines, aller s'approvisionner d'eau dans les profondeurs du sous-sol. M. Dehérain a montré quelle longueur pouvaient atteindre les racines de cette céréale; dans les fouilles qui ont été faites à la station agronomique, on a extrait des racines de plus de 1m,75.

		TEMPÉRATURE moyenne.	PLUIE tombée en millimètres.
1892	Octobre	9°,5	149.8
—	Novembre	8°,7	53.8
—	Décembre	0°,82	48.6
1893	Janvier	4°,9	16.8
—	Février	6°,6	44.5
—	Mars	6°,1	8.0
—	Avril	9°,2	0.0
—	Mai	12°,0	32.5
—	Juin	26°,5	22.0
—	Juillet	19°,2	94.5
—	Août	19°,25	34.2
—	Septembre	12°,3	41.0
			545.7

On remarquera que la pluie tombée pendant cette année 1893 est supérieure à celle qui a été recueillie en 1892, et que si les mois de mars et d'avril ont présenté une sécheresse désastreuse, la pluie a été très abondante pendant le mois de juillet; nous verrons un peu plus loin que cette humidité tardive a exercé sur les rendements des plantes fourragères une action remarquable.

CULTURE DU BLÉ.

On a consacré, à l'automne de 1892, six parcelles à la culture du blé à épi carré Porion, l'une de ces parcelles, **21**, toujours sans

1. *Ann. agr.*, tome XIX, p. 561.

engrais depuis 1876, avait fourni l'année dernière une maigre récolte de trèfle. Cette année, la récolte de blé n'a été que de 14 quintaux métriques de grain et de 27 de paille.

Ce n'est pas sans quelque étonnement qu'on reconnaît que cette terre épuisée par une longue série de récoltes sans fumure donne encore une récolte qui représente à peu près la moyenne des rendements du blé en France. La parcelle voisine **22**, en trèfle l'année précédente comme **21**, a reçu 10,000 kilos de fumier et 100 kilos de nitrate de soude. C'est une fumure dont nous avons déjà à plusieurs reprises différentes constaté l'efficacité; cette parcelle donne la valeur de 34 quintaux métriques de grain.

Les parcelles **17**, **18**, **19** et **20** nous offrent un très bel exemple de l'influence extrêmement durable des fortes fumures au fumier de ferme. Pendant les premières années des expériences, **17** et **18** ont reçu de grandes quantités de fumier et on a été obligé de cesser la distribution d'engrais pendant plusieurs saisons dans la crainte de la verse ; en 1892 on avait cultivé sur **17** des betteraves en les soutenant seulement par l'enfouissement d'une culture dérobée de vesce semée à l'automne 1891 ; une culture dérobée de moutarde avait été semée sur **18** également à la même époque ainsi que sur **19** et **20**. On a pensé que ces quatre parcelles devaient être affaiblies par ces récoltes obtenues sans fumure; aussi, à l'automne de 1892, a-t-on mis partout la valeur de 15,000 kilos de fumier.

Les deux parcelles **17** et **18** donnent le même rendement en grain ; il est inférieur à celui de **22**, les 5,000 kilos de fumier en plus ne compensant pas les 100 kilogr. de nitrate de soude distribués à **22**. Le point le plus saillant est la supériorité bien marquée de **17** et **18** sur **19** et **20**; elle ne peut être attribuée qu'à l'influence des arrière-fumures, plus fortes sur **17** et **18** que sur **19** et **20**.

On a cultivé l'autre variété de blé à épi carré : Schireff, sur un assez grand nombre de parcelles. Le nitrate de soude distribué à **23** n'a pas eu d'influence. C'est la parcelle **24** ayant reçu du fumier après trèfle qui donne le rendement le plus élevé.

Les dix parcelles de **71** à **80** ne donnent que des rendements extrêmement médiocres ; le blé y succédait à des betteraves fourragères cultivées sans fumier sur **71**, **72**, **73** et **74**. On a distribué à **71**, et **73**, 15,000 kilos de fumier et 100 kilos de nitrate de soude ; **72** et **78** sont restés sans engrais. L'influence de la fumure a été très peu sensible et, sans insister sur ce point, nous reconnaissons

que les fumures vertes données aux betteraves sans fumier sont tout à fait insuffisantes pour laisser le sol dans un état favorable à la culture du blé suivant.

On voit même qu'une fumure de 20,000 kilos de fumier distribuée à des betteraves fourragères est tout à fait insuffisante pour le blé qui suit; même quand on ajoute 150 kilos de nitrate de soude, comme sur **76** et **78**, on arrive à une récolte médiocre de 24 ou de 25 quintaux métriques.

Il est assez curieux de constater, ainsi qu'on l'a fait à bien des reprises différentes, que la fumure directe du blé, au fumier de ferme et même aux nitrates, n'équivaut jamais à la fécondité acquise par de vieilles fumures. On avait distribué à **79** et **80** des engrais chimiques pour la culture des betteraves et pas de fumier; on a mis du fumier et du nitrate sur **79**, on a appliqué également sur **80** du fumier et du nitrate, mais le nitrate en proportion double et le fumier en proportion moitié de celle de **79** : les récoltes sont à peu près égales, dans tous les cas elles sont médiocres.

Cette expérience prouve clairement, une fois de plus, que sur notre sol de Grignon rien ne remplace, pour le blé, les fortes arrière-fumures ; quand ces fumures distribuées aux betteraves ne sont que faibles, la récolte du blé s'en ressent et n'atteint pas les rendements où elle devient largement rémunératrice; sans doute, les fumures directes exercent souvent des actions sensibles, mais leur effet est nul quand la sécheresse sévit au printemps.

Nous avons encore consacré cette année trois parcelles, **30**, **31** et **32**, à la culture du blé Maud que nous avions déjà essayé les années précédentes. La récolte de **32** sans engrais est restée faible, celle de **31** avec nitrate de soude est bonne et celle de **30** passable.

En 1892, les parcelles **66** et **69** ont été cultivées en blé Dattel; comme on l'a vu plus haut, les récoltes avaient été misérables et nous avons cru qu'on pourrait remettre ces parcelles en blé en 1893; malgré les fumures assez fortes de **66** (10,000 kilos fumier et 100 kilos nitrate) la récolte a été mauvaise et celle de **69**, malgré les 200 kilos de nitrate de soude, est tombée au-dessous de la parcelle **21** restée sans engrais depuis la création du champ d'expériences. Cet échec peut être attribué à la nature de la variété : le Schlanstedt, capable de résister à la gelée, est incapable de sup-

TABLEAU III. — Cul-

NUMÉROS des parcelles.	CULTURES ET FUMURES En 1892.	NATURE ET POIDS de l'engrais distribué en 1893.
		Blé
17	Betteraves, culture dérobée de vesce. . .	15.000 kil. fumier. . . . .
18	Pomme de terre, culture dérobée de moutarde	15.000 kil. fumier. . . . .
19	Pomme de terre, culture dérobée de moutarde	15.000 kil. fumier. . . . .
20	Pomme de terre, culture dérobée de moutarde	15.000 kil. fumier . . . .
21	Trèfle, sans engrais	Sans engrais . . . .
22	Trèfle, sans engrais	10.000 kil. fumier, 100 kil. nitrate de soude . . . .
		Blé
23	Trèfle, sans engrais	200 kil. nitrate de soude . . . . .
24	Trèfle, sans engrais	10.000 kil. fumier. . . . .
25	Trèfle, sans engrais	Sans engrais . . . .
71	Betteraves, culture dérobée de moutarde .	15.000 kil. fumier, 200 kil. nitrate. .
72	Betteraves, culture dérobée de moutarde .	Sans engrais . . . .
73	Betteraves, culture dérobée de moutarde.	15.000 kil. fumier, 200 kil. nitrate. .
74	Betteraves, culture dérobée de moutarde.	Sans engrais . . . .
75	Betteraves, 20.000 kil. fumier, culture dérobée de moutarde	Sans engrais . . . .
76	Betteraves, 20.000 kil. fumier, culture dérobée de moutarde	150 kil. nitrate de soude . . . . .
77	Betteraves, 20.000 kil. fumier, culture dérobée de moutarde	Sans engrais . . . .
78	Betteraves, 20.000 kil. fumier, culture dérobée de moutarde.	150 kil. nitrate de soude . . . . .
79	Betteraves, 200 kil. superphosphate, 200 kil. nitrate, culture dérobée de moutarde	20.000 kil. fumier, 100 kil. nitrate.
80	Betteraves, 200 kil. superphosphate, 200 kil. nitrate, culture dérobée de moutarde	10.000 kil. fumier, 200 kil. nitrate.
		Blé
30	Trèfle.	Sans engrais . . . .
31	Trèfle.	100 kil. nitrate de soude. . . . . .
32	Trèfle.	Sans engrais . . . .
		Blé
66	Blé Dattel, 200 kil. superphosphate, 200 kil. nitrate	10.000 kil. fumier, 100 kil. nitrate.
69	Blé Dattel, 10.000 kil. fumier, 100 kil. nitrate de soude.	200 kil. nitrate de soude. . . . . .

ture du blé en 1893.

DÉPENSE d'engrais.	POIDS du grain.	VOLUME du grain.	POIDS de la paille.	VALEUR du grain à 21 fr. 50. les 100 kilos.	VALEUR de la paille à 5 fr. les 100 kilos.	VALEUR de la récolte.	BÉNÉFICE frais fixes : 300 fr.
fr. c.	q. m.	hectol.	q. m.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.
Porion							
150 00	31 20	40 25	49 70	670 80	248 50	919 30	469 30
150 00	31 20	40 25	51 20	680 80	256 00	926 80	476 80
150 00	26 80	34 57	46 50	576 20	232 50	808 70	358 70
150 00	27 80	35 87	43 00	597 70	215 00	812 70	362 70
»	14 00	18 06	27 10	301 00	135 50	436 50	136 50
124 00	34 15	44 06	64 20	734 32	321 00	1.055 22	631 22
Shireff.							
48 00	29 00	37 450	55 30	623 50	276 50	900 00	552 00
100 00	33 00	42 600	63 60	709 50	318 00	1.027 50	627 50
»	29 80	38 500	54 60	640 70	273 00	913 70	613 70
174 00	20 50	26 450	33 40	440 65	167 00	607 75	133 75
»	23 70	30 600	29 00	519 55	145 00	694 55	394 55
174 00	21 50	29 740	31 00	472 25	155 00	627 25	153 25
»	17 40	22 450	26 00	374 10	130 00	504 10	204 10
»	20 00	25 800	27 80	430 00	139 00	469 00	169 00
36 00	24 00	30 970	32 00	516 00	160 00	676 00	340 00
»	19 50	25 200	28 60	419 25	143 00	562 25	262 25
36 00	25 20	32 517	34 80	541 80	174 00	715 80	379 80
224 00	26 40	34 064	36 30	567 60	181 50	749 10	225 10
148 00	27 00	34 840	38 50	580 50	192 50	773 00	325 00
Maud.							
»	26 60	34 33	44 60	571 90	223 00	794 90	494 90
24 00	31 00	40 00	49 70	666 50	248 50	915 00	591 00
»	20 00	25 80	35 80	430 00	179 00	609 00	309 00
Schlanstedt.							
124 00	15 00	19 480	21 60	322 50	108 00	430 50	6 50
48 00	12 80	16 623	15 70	274 20	78 50	352 70	4 70

porter un été torride comme celui de 1893; il est à remarquer en outre que nous avons fait sur ces parcelles blé sur blé, ce qui est habituellement mauvais, mais l'a été particulièrement cette année.

CULTURE DE L'AVOINE

Nous avons déjà montré, dans les cultures de l'année dernière, la possibilité de cultiver avec avantage l'avoine après le blé ; nous avions expérimenté pour cela avec les avoines Ligowo, de Houdan et de Hongrie, il restait à essayer cette succession avec la variété des Salines qui nous donne habituellement les meilleurs résultats. Sur la parcelle **68**, l'avoine nous a donné après blé, sans engrais, $26^{qm},6$ correspondant à 54 hectolitres environ. Après des pommes de terre, sans engrais, on a obtenu dans les numéros **47**, **48** et **65** un rendement moyen de 25 quintaux métriques environ.

Au point de vue des rendements, l'avoine Ligowo mérite d'être classée après celle des Salines; elle n'a pas rouillé cette année.

La longue sécheresse du printemps a été préjudiciable à l'avoine; le préjudice est plus considérable que pour le blé, ce qu'on peut attribuer au moindre développement des racines. En effet, tandis que nous avons pu retirer du sol des racines de blé de $1^m,75$ nous n'avons trouvé à l'avoine que des racines de $1^m,10$ de longueur.

Les superphosphates répandus sur **37** n'ont pas eu d'action sensible, ainsi que nous l'avions constaté, du reste, dans les années précédentes.

Le trèfle semé dans l'avoine n'a pas bien levé; le sol était trop sec et nous avions dû refaire les semis.

CULTURE DU TRÈFLE

Toutes les parcelles cultivées en avoine en 1892 ont porté du trèfle en 1893.

Les récoltes sont inférieures à celles de l'année précédente dans toutes les parcelles en général, ainsi que le montre le tableau suivant.

Le meilleur rendement a été obtenu sur la parcelle **52**, qui avait été cultivée en betteraves en 1891 et avait reçu 50,000 kilos de fu-

TABLEAU IV. — Culture de l'avoine en 1893.

NUMÉROS des parcelles	CULTURE PRÉCÉDENTE	ENGRAIS DISTRIBUÉ	DÉPENSE d'engrais.	POIDS du grain.	VOLUME du grain.	POIDS de la paille.	VALEUR du grain à 18 fr. les 100 k.	VALEUR de la paille à 4 fr. les 100 k.	VALEUR de la récolte.	BÉNÉFICE Frais fixes : 300 fr.
			fr. c.	q. m.	hect.	q. m.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.
		Avoine Ligowo.								
33	Betteraves, sans engrais	Sans engrais	»	22 80	45 60	28 80	410 40	115 20	525 60	225 60
34	— 40.000 kil. fumier. .	—	»	21 90	43 80	32 80	394 20	131 20	525 40	225 40
35	— 20.000 kil. fumier, culture moutarde et vesce . .	—	»	25 00	50 00	32 20	450 00	128 80	578 80	278 80
36	Betteraves, 120 kil. feuilles de betteraves	—	»	25 40	50 80	33 60	457 20	134 40	591 60	291 60
		Avoine de Houdan.								
37	Betteraves, côté ouest, 200 kil. superphosphate	200 kil. superphosphate . .	20	18 30	36 60	20 90	329 40	83 60	413 00	93 00
38	Betteraves, 130 kil. feuilles de betteraves	— — . .	»	20 70	41 40	25 70	372 60	103 80	475 40	175 40
39	Betteraves, 20.000, kil. fumier .	— — . .	»	24 00	48 00	28 00	432 00	112 00	544 00	244 00
40	Betteraves, culture dérobée de vesce	— — . .	»	21 00	42 00	27 00	378 00	108 00	486 00	186 00
		Avoine de Hongrie.								
41	Betteraves, culture dérobée de moutarde	Sans engrais.	»	18 50	39 78	28 30	333 00	113 20	446 20	146 20
44	Betteraves, 40.000 kil. fumier . .	—	»	14 00	30 10	27 00	252 00	108 00	360 00	60 00
42	Pommes de terre, sans engrais.	—	»	16 40	35 57	36 40	295 20	145 60	440 80	140 80
46	Pommes de terre, sans engrais .	—	»	20 70	44 52	37 00	372 60	148 00	520 60	220 60
		Avoine des Salines.								
47	Pommes de terre, sans engrais.	Sans engrais.	»	21 60	46 95	40 00	388 80	160 00	548 80	248 80
48	— — .	—	»	24 20	52 60	39 00	435 60	136 00	591 60	291 60
65	— — .	—	»	29 00	63 04	47 60	522 00	190 40	712 40	412 40
68	Blé, sans engrais.	—	»	26 60	57 82	46 30	478 80	185 20	664 00	364 00

TABLEAU V. — Culture du trèfle en 1893.

NUMÉROS des parcelles.	NATURE DES CULTURES ET DES FUMURES DISTRIBUÉES		RENDEMENT A L'HECTARE EN FOIN SEC		
	En 1891.	En 1892.	1re coupe.	2e coupe.	Ensemble.
			kil.	kil.	kil.
49	Blé, sans engrais	Avoine Ligowo sans engrais	2.730	3.750	6.480
50	Blé, 200 kil. superphosphate, 200 kil. chlorure de potassium, 100 kil. nitrate de soude	Avoine de Hongrie .	3.800	3.720	7.520
51	Blé, 200 kil. nitrate de soude	Avoine des Salines .	2.930	4.020	6.950
52	Betteraves, 50.000 kil. de fumier.	Avoine de Houdan .	3.400	4.520	7.920
53	Betteraves, sans engrais..	Avoine de Houdan. .	500	1.400	1.900
54	Pommes de terre, sans engrais.	Avoine Ligowo . . .	2.420	3.390	5.810
55	Betteraves, culture dérobée de moutarde. . . .	Avoine de Houdan. .	1.750	2.760	4.510
56	Betteraves, 25,000 kil. de fumier et culture dérobée de colza	Avoine Ligowo . . .	2.666	3.733	6.400
57	Pomme de terre, sans engrais.	Avoine de Hongrie. .	1.825	2.350	4.175
58	Pomme de terre, sans engrais.	Avoine des Salines. .	1.550	1.550	3.100
59	Betteraves 25.000 kil. de fumier, et culture dérobée	Avoine de Hongrie. .	3.400	2.400	5.800
60	Betteraves, 25,000 kil. de fumier et culture dérobée	Avoine des Salines. .	2.500	2.440	4.490

mier ; l'action des matières organiques azotées est encore manifeste. C'est dans l'avoine Ligowo que le trèfle paraît le mieux se développer ; bien que la récolte ne soit pas la plus considérable, la plante présentait le meilleur aspect au moment de la floraison.

Ce qui est particulièrement curieux dans le tableau ci-joint, c'est de voir que très souvent la seconde coupe est supérieure à la première. Pour qu'il en soit ainsi, il faut que le trèfle ait particulièrement profité des grandes pluies de juillet, tandis qu'habituellement il n'ait pas su se garantir contre la sécheresse des mois de printemps ; le sous-sol était cependant humide, les dosages exécutés sur les diverses couches de terre en 1893, ont montré qu'il y avait dans les couches profondes des réserves d'humidité

dont le blé a su profiter, mais dont le trèfle n'a tiré qu'un médiocre parti, et ces observations s'accordent mal avec l'idée que le trèfle emprunte surtout ses aliments au sous-sol et le blé aux couches superficielles ; c'est qu'en effet, il n'en est pas ainsi et le trèfle d'un an envoie ses racines beaucoup moins profondément que le blé semé cependant six mois après lui.

Si on cherche l'influence des cultures de 1891 sur le trèfle de 1893, on trouve.

Après :	Blé	6.983	kil. de fourrage sec.	
—	Betteraves.	7.343	—	—
—	Pommes de terre .	4.328	—	—

Il est bien à remarquer que les pommes de terre avaient été cultivées sans engrais. C'est pour cette raison, du reste, que la récolte de trèfle a été plus faible qu'après les betteraves et le blé. Si on cherche dans quelles variétés d'avoine le trèfle a le mieux réussi on trouve celui semé :

Dans :	Avoine	Ligowo	6.230
—	—	Houdan	6.215
—	—	Hongrie.	5.831
—	—	Salines	4.996

Les avoines les plus précoces sont celles qui favorisent davantage la culture du trèfle qu'on y a semé.

Le trèfle incarnat, dans les parcelles **42** et **43**, est resté petit; le semis était très dru, aussi les tiges étaient-elles très fines. La floraison était très régulière. Nous avons obtenu, comme rendement en vert : 16,500 kilos pour le n° **42** et 10,000 kilos pour le n° **43**.

BIBLIOGRAPHIE

Traité de l'âge des animaux domestiques, d'après les dents et les productions épidermiques, par Ch. Cornevin et P. Lesbre, avec 211 figures J.-B. Baillière et fils. Paris. — Les animaux domestiques sont estimés en raison des services qu'ils rendent ou des produits qu'ils fournissent. Les profits qu'ils procurent sont, dans une large mesure, subordonnés à leur âge. On sait, en effet, que le lait, la viande, la graisse, les œufs, etc., ne sont élaborés au maximum par l'organisme que durant une certaine période

de la vie. On voit par là combien est importante la détermination de l'âge des sujets que l'on veut exploiter.

Les principes sur lesquels on s'appuie pour connaître l'âge des animaux domestiques étaient jusqu'ici épars dans des ouvrages spéciaux: traités d'extérieur, traité de zootechnie. MM. Cornevin et Lesbre ont eu l'heureuse idée de les réunir en un volume qu'ils offrent au public sous le titre de *Traité de l'âge des animaux domestiques*. Leur livre n'est pas une simple compilation. Ils ont ajouté aux travaux de leurs prédécesseurs de nombreuses données nouvelles. Quelques-unes offrent un grand intérêt.

La détermination de l'âge est une opération très simple quand il s'agit d'animaux inscrits sur un livre de généalogie (stud-book, herd-book, etc.). Elle présente souvent de très sérieuses difficultés chez ceux, plus nombreux, qui ne possèdent pas de pedigree. Elle repose, dans ce cas, sur les indications fournies par la peau, les poils, la laine, le duvet, les plumes, les écailles, le bec, les cornes et les dents.

Les dents, chez les mammifères, sont à beaucoup près les organes qui fournissent les renseignements les plus précis. Aussi MM. Cornevin et Lesbre se sont-ils attachés à les décrire avec le plus grand soin, relevant des erreurs commises par leurs devanciers ou comblant les lacunes laissées par eux. Nous n'exagérons rien, en disant qu'ils ont fait un véritable traité d'anatomie comparée des dents, aussi utile aux paléontologistes qu'à ceux qui veulent déterminer l'âge des animaux.

De tous les signes utilisés pour établir l'âge, l'éruption des dents est le plus sûr et le plus commode à consulter. Mais cette éruption, qui se fait à des époques toujours les mêmes pour tous les animaux d'une même espèce, peut être hâtée dans certaines conditions. C'est le cas pour les animaux qualifiés de *précoces* et qui appartiennent presque tous à des races dites améliorées des espèces bovine, ovine et porcine. MM. Cornevin et Lesbre apportent sur ce point un contingent d'observations qui leur ont permis d'enfermer dans quelques règles les particularités présentées par les animaux précoces.

Le cheval, l'âne, le mulet, le bœuf, le mouton, la chèvre, le porc et le chien sont les seules espèces dont s'occupent les ouvrages antérieurs. MM. Cornevin et Lesbre y ont ajouté le buffle, le dromadaire et les petits animaux de basse-cour. Le chapitre sur l'âge du coq d'après les renseignements fournis par l'éperon leur appartient entièrement.

De nombreuses figures, très nettes et très claires, permettent au lecteur de saisir aisément les caractères des dents aux différentes périodes de la vie de l'animal et rendent ainsi facile l'application des règles établies par les auteurs.

Le traité de l'âge de MM. Cornevin et Lesbre est assurément le plus complet des ouvrages produits sur ce sujet. On ne peut lui reprocher que son prix un peu élevé.

J. Malet.

Sémiologie, diagnostic et traitement des maladies des animaux domestiques, par C. Cadéac ; tome I, Sémiologie des appareils digestif,

respiratoire et circulatoire, avec 67 figures. — Un volume de l'*Encyclopédie vétérinaire* de M. Cadéac, J.-B. Baillière et fils, Paris. — Les progrès accomplis dans les vingt dernières années par les sciences biologiques ont complètement transformé les doctrines médicales. Grâce à des méthodes nouvelles, les maladies ont été mieux étudiées et, dans bien des cas, les causes qui avaient échappé à nos devanciers ont pu être mises en évidence au grand profit de l'art de guérir et surtout de l'hygiène publique. La médecine vétérinaire n'est pas restée étrangère à ce mouvement. Il n'en est pas absolument de même de sa littérature classique. Quelques traités didactiques, depuis longtemps épuisés, n'ont pas eu de remplaçants. L'*Encyclopédie vétérinaire*, publiée sous la direction de M. Cadéac, mettra fin à cet état de choses. Elle résumera, dans une série de petits volumes, les matières indispensables à la profession vétérinaire.

Le volume que nous présentons aux lecteurs est le deuxième de cette série. Il embrasse l'étude des *moyens de diagnostic* et l'*exploration des appareils digestif, respiratoire et circulatoire*.

Les premières pages servent d'introduction à l'ouvrage. Elles contiennent un exposé complet, quoique très succinct, des méthodes et procédés auxquels le clinicien doit recourir pour reconnaître et étudier les symptômes et les maladies. Quelques lignes seulement sont consacrées à la plupart d'entre eux (inspection, palpation, pression... percussion, auscultation, etc.) depuis longtemps classiques. Une plus large part est faite aux inoculations révélatrices et aux cultures, méthodes d'acquisition plus récente. Le développement donné à leur description est amplement justifié par leur importance pratique pour diagnostiquer et différencier les maladies contagieuses et pour les séparer des intoxications pures. De nombreuses figures jointes au texte permettront aux personnes les moins initiées de se familiariser avec la technique de ces méthodes.

Ces notions préliminaires préparent le lecteur à aborder avec fruit le véritable objet du livre, savoir : l'*exploration des appareils digestif, respiratoire et circulatoire*. A chacun de ces appareils correspond un chapitre spécial divisé en autant de sections qu'il y a d'organes ou de groupes d'organes dans ledit appareil.

Cette partie de l'ouvrage ne se prête guère à l'analyse. Aussi nous bornerons-nous à dire que l'auteur a su donner à chaque question le développement qui convient et exposer avec beaucoup de concision et de clarté l'état actuel de nos connaissances sur la matière.

J. Malet.

L'art de conserver la santé des animaux dans les campagnes ; nouvelle médecine vétérinaire domestique, par J.-M. Fontan. — *Bibliothèque des connaissances utiles* ; J.-B. Baillière et fils, Paris. — Bien des maladies peuvent être évitées par la simple application des règles de l'hygiène. Vulgariser les préceptes de cette science que trop de personnes ignorent encore, tel est le but qu'a visé M. Fontan dans la première partie de son livre. Il y traite de la construction, de l'aération et de l'entretien des habitations ; des aliments et de l'alimentation ; du pansage, du tondage, du harna-

chement, du travail et de l'élevage des animaux domestiques, avec la compétence d'un homme qui a une longue pratique des choses dont il parle.

Dans la deuxième partie, intitulée *Médecine vétérinaire usuelle*, il expose les signes qui permettront aux propriétaires d'animaux malades de reconnaître les affections les plus communes, et il indique les soins à donner en attendant l'arrivée du vétérinaire.

Quelques instructions, nécessaires pour la préparation et l'administration de quelques agents thérapeutiques (breuvages, fumigations, etc.), dont les ingrédients sont toujours faciles à procurer à la campagne, sont réunis dans la troisième partie sous le titre de *Pharmacie vétérinaire domestique.*

Enfin, dans une quatrième partie, sont reproduites les principales lois qui régissent la police sanitaire et le commerce des animaux domestiques.

J. MALET.

REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

Cultures tropicales.

La banane, sa répartition, sa nature et son emploi, par M. G. TH. REICHELT [1]. — Le bananier ou pisang sauvage qui a donné naissance au bananier cultivé aux fruits comestibles, renferme dans ses fruits une multitude de petites graines noires qui servent à la reproduction; ces graines sont logées dans une moelle ou pulpe douceâtre, recherchée par les oiseaux, mais non comestible pour l'homme.

Il est intéressant d'observer le passage de la forme sauvage se multipliant de graines à la forme à fruits comestibles, se reproduisant par des drageons, et inversement le retour de la forme noble à la forme sauvage.

Si on laisse à un bananier cultivé tous les drageons qui en entourent le pied et qu'on néglige en même temps de nettoyer le terrain environnant des mauvaises herbes, le sol ne tarde pas à s'épuiser, au point que bientôt le bananier ne peut plus développer de drageons. Dans ces conditions il produit des graines et perd même totalement la faculté de drageonner; il redevient sauvage. Le bananier sauvage, au contraire, transporté dans une terre riche et débarrassée de toutes les mauvaises herbes, produit des drageons et peu à peu cesse de former des graines; ses fruits deviennent comestibles.

Le fruit mûr mesure généralement de 8 à 16 centimètres de longueur sur 1,5 à 5,5 centimètres d'épaisseur; un régime en contient environ 90 à 100, parfois jusqu'à 200. Dans certains pays les bananes prennent des dimensions colossales; il en existe une variété à Java, appelée pisang tanduk, qui peut atteindre 90 centimètres de longueur.

Le bananier prospère dans presque toutes les régions de la zone torride; sa patrie est l'Inde orientale. Il exige un sol riche, meuble et humide, mais non submersible si la terre est trop pauvre, il faut lui donner des engrais;

1. *Landwirthsch. Versuchs-Stationen*, XLII, 1-95.

dans l'Inde on emploie couramment à cet effet des tourteaux et sur le littoral, les cadavres des poissons. La vase extraite des étangs et répandue sur le sol, produit de bons effets. L'atmosphère humide, saline du bord de la mer lui convient le mieux.

Lorsque le bananier est convenablement traité, sa croissance est extraordinairement rapide, mais il a beaucoup à souffrir, d'abord des tempêtes qui le couchent par rangées entières, ensuite des animaux herbivores, notamment des singes.

La banane est sans aucun doute un aliment très important, presque indispensable pour les habitants des pays chauds; cependant on en a souvent exagéré la valeur nutritive. D'après les analyses les plus récentes elle contient : eau, 73,9; sucre de canne et glycose, 19,66; matières azotées, 4,82; cellulose, 0,2; corps gras, 0,63; chaux, 0,79 [1].

En ce qui concerne la teneur en eau, elle se rapproche donc de la pomme de terre, qui en renferme 75 p. 100.

On prépare avec les bananes cueillies avant la maturité une farine nourrissante de couleur blanchâtre avec des taches rouge foncé, qui dégage une odeur d'arrow-root et présente une saveur semblable à celle de la farine de blé la plus fine.

L'Inde n'exporte point de bananes en Europe, les chaleurs sont trop fortes dans l'océan Indien et dans la mer Rouge. En revanche la Jamaïque seule a introduit en Europe, surtout en Angleterre, pendant l'année 1884, ds bananes fraîches pour une valeur de 5 millions de francs; aujourd'hui cette exportation est beaucoup plus forte, de telle sorte que l'acre anglais, c'est-à-dire, deux cinquièmes d'hectare, donne un bénéfice net de 375 francs, ce qui fait 937 francs pour l'hectare. On sait aussi qu'actuellement Cuba exporte aux États-Unis des quantités considérables de bananes.

Le jardinage exercé par quelques fourmis de l'Amérique du Sud, par M. Alfr. Mœller [2]. — Les fourmis cultivant des plantes dans le but de s'en nourrir! vraiment on croit rêver, et sans les noms autorisés des auteurs et du rapporteur, lui-même expert en matière tropicale, je n'aurais osé dire un seul mot dans ce recueil sur un sujet aussi stupéfiant.

On sait depuis longtemps que les fourmis, si admirables architectes, sont parfois, comme disait Huber, des peuples pasteurs, et élèvent avec soin dans leurs fourmilières, ou dans le voisinage, des pucerons qui leur fournissent un liquide sucré dont elles sont très friandes. Le puceron est la vache de la fourmi, a dit le grave Linné. Il paraît cependant que le merveilleux tableau de la vie des fourmis n'était pas complet.

Dans un ouvrage devenu célèbre : « le Naturaliste dans le Nicaragua », Th. Belt, à qui la science doit déjà la découverte des plantes myrmécophiles,

1. Voyez : *Ann. agron.*, tome II, p. 429, une étude de B. Corenwinder, sur la composition de la banane.

2. Bot. Mittheilungen aus den Tropen, VI, in-8°, 128 p., 7 pl. et 4 grav. dans le texte, Iéna, Fischer, 1893. — D'après le résumé de M. Schimper, *Bot. Centralbl.*, LV, 92.



a décrit la vie, les mœurs des fourmis coupeuses [1] bien connues de tous ceux qui ont voyagé en Amérique tropicale, et qui s'en vont par bandes innombrables, chaque individu chargé d'un morceau de feuille, vers les nids où elles disparaissent avec leur butin. Il n'a pu s'assurer « de visu » de l'usage que les intéressantes bestioles font des fragments de feuilles, mais, ayant détruit un certain nombre de nids il crut pouvoir émettre une hypothèse qui n'a pas eu beaucoup de succès dans le monde savant : les fourmis cultiveraient sur les feuilles un champignon dont elles se nourriraient.

M. Mœller, qui habitait le Brésil méridional depuis trois années, s'est proposé de vérifier l'hypothèse de Belt; non seulement il l'a trouvée conforme aux faits observés, mais il a eu le bonheur d'y ajouter une multitude d'observations nouvelles.

L'auteur a observé à Santa Catharina quatre espèces différentes de fourmis coupeuses : les *Atta discifera*, *hystrix*, *coronata*, plus une espèce nouvelle, qu'il désigne sous le vocable d'*Atta IV*. Nous n'avons pas le temps de voir ces insectes découper les feuilles et les emporter sur des routes dressées « ad hoc » et entretenues avec le plus grand zèle par des ouvrières chargées de ce service. Il est intéressant, au point de vue philosophique, de noter que la petite république marche bien, parce que chaque individu fait son devoir sans se préoccuper de son prochain. Les fourmis sont incapables de réunir intelligemment leurs efforts sur une tâche donnée.

Déjà Belt avait montré que les fourmis coupeuses affectionnent certaines espèces de plantes; ce n'est pas tout, elles ravagent tantôt celle-ci, tantôt celle-là, souvent en négligeant celles qui leur seraient le plus facilement accessibles. On dirait qu'elles cherchent à combiner savamment pour leur champignon un substratum déterminé et qui doit varier de temps en temps.

Rarement les nids des *Atta* sont librement construits sur le sol de la forêt, et alors ils sont couverts d'une épaisse couche de feuilles sèches et de ramilles; on les trouve le plus souvent dans des cavités creusées dans la terre ou dans des troncs d'arbres pourris. Les cellules dont ils sont composés, renferment de petits tas d'une substance grossièrement poreuse, comme spongieuse, au milieu desquels les fourmis séjournent en grand nombre avec leurs œufs, leurs larves et cocons. Ces masses sont « les jardins »; jamais le jardin ne touche ni aux cloisons, ni au plafond des logettes, l'espace d'un travers de doigt les en sépare toujours.

Le jardin consiste, en général, en deux parties distinctes, une, plus récente, de couleur bleu noirâtre, et une, plus âgée, jaune rouge; la première est la plus précieuse, sans doute, car si on détruit le nid, les fourmis s'efforcent de la mettre d'abord en sûreté.

Lorsqu'on l'examine de plus près, on reconnaît que le jardin est composé de petits granules, épais d'un demi-millimètre, d'abord verts, puis plus foncés, presque noirs, enfin orangés. Nous verrons comment ces petites masses ont été préparées avec les feuilles. Tout le jardin est traversé en

1. Je pense du moins que c'est d'elles qu'il s'agit; l'auteur les appelle « fourmis traîneuses ».

tous sens par des hyphes de champignons, et sur celles-ci se développent de minuscules excroissances tuberculeuses, que l'auteur appelle plaisamment des « choux-raves ».

Les choux-raves en question sont la nourriture principale, sinon exclusive des *Atta*. Il n'y en a plus dans les parties vieilles du jardin. Ils résultent simplement d'un renflement sphérique de l'extrémité des hyphes, rempli d'un protoplasme mousseux.

Vidons le contenu d'un nid, les habitants y compris, dans un cristallisoir, nous verrons les fourmis se mettre de suite à la reconstruction de leur jardin; tous les matériaux étrangers au jardin, sont entassés le long des parois du cristallisoir, qui devient, par conséquent, opaque; au milieu, nous verrons bientôt apparaître la masse spongieuse typique du jardin. Les jours suivants, les parois augmentent d'épaisseur, tandis que le jardin diminue d'étendue et finit par disparaître; alors on voit les fourmis anxieuses courir dans cet espace vide et périr toutes au bout de huit à quinze jours. Tant que le jardin subsiste, le décès d'une fourmi est un accident rare.

L'auteur a eu l'idée de laisser jeûner les fourmis en ne leur donnant que des feuilles de rosiers, auxquelles, d'ailleurs, elles ne touchaient pas; puis il leur a offert des fragments d'un jardin purgé de ses habitants. Aussitôt, et sous les yeux de l'observateur, les insectes se sont mis à manger. Avec un peu d'exercice, on a même pu alimenter directement les fourmis avec les « choux-raves », même avec ceux qui avaient été cultivés par d'autres espèces d'*Atta*. Ces mêmes fourmis dédaignaient, au contraire, les « choux-raves » cultivés par d'autres *genres* de fourmis, car il en existe plusieurs, ainsi que tous les autres champignons.

On a pu voir du même coup comment les fourmis s'y prennent pour préparer le jardin. Non seulement les fragments de feuilles apportés sont de nouveau divisés, mais ils sont soumis à un tel triturage que toutes les cellules en sont déchirées.

Tous les jardins cultivés par les *Atta* dont il s'agit renferment un seul et même champignon, celui qui produit les « choux-raves ». Jamais, tant qu'il y a des fourmis, le mycélium n'apparaît à l'air libre; jamais il ne s'y développe aucune sorte de fructification. C'est une culture pure. On obtient facilement deux formes conidiennes lorsqu'on écarte les fourmis. Le mycélium a la tendance à former des renflements, des processus vésiculeux très distincts les uns des autres; l'une de ces productions, résultat de la culture, est le « chou-rave ». L'auteur a pu l'obtenir dans une culture artificielle, au sein d'une solution nourricière, et ces « choux-raves » artificiels ont été parfaitement acceptés des fourmis. Il a trouvé également la fructification du champignon, lequel est un champignon à chapeau, appartenant aux Agaricinées et dont il a fait le *Rozites gongylophora*, au chapeau couvert d'écailles rouges ou pourpre noir, aux spores brunes et à double volve.

Les *Atta* ne sont pas les seules fourmis qui cultivent des champignons. Il faut y ajouter quelques espèces d'*Apterostigma* et de *Cyphomyrmex*.

VESQUE.

Physiologie végétale.

Recherches sur la respiration intramoléculaire des plantes, par M. A. Amm.[1] — Quoique très studieusement exploré, le terrain de la respiration n'est pas épuisé; des lacunes existent encore notamment dans l'histoire de la respiration intramoléculaire, surtout en ce qui concerne ses relations avec la respiration normale. A ce titre, le travail de M. Amm mérite d'être lu.

L'auteur se propose de répondre aux questions suivantes : Quelle est l'influence de la température sur la respiration intramoléculaire, dont l'intensité sera mesurée naturellement par les quantités d'acide carbonique dégagé? Quelles sont les quantités d'acide carbonique émis par une seule et même espèce en respiration normale et intramoléculaire et dans ses divers stades de développement? Quelles sont enfin les quantités d'acide carbonique émis par les divers organes d'une même plante en respiration normale et intramoléculaire? Pour les deux dernières questions on portera son attention surtout sur le rapport entre les volumes d'acide carbonique provenant des deux modes de respiration.

La méthode employée par l'auteur consiste à faire passer de l'hydrogène sur les plantes et à lui faire ensuite traverser un tube de Pettenkofer chargé d'eau de baryte. On titre l'eau de baryte avant et après l'expérience à l'aide d'une solution d'acide oxalique; la différence de l'acide oxalique nécessaire à la neutralisation de la baryte donne les quantités d'acide carbonique exprimées en acide oxalique; un calcul très simple, fait une fois pour toutes, permet de traduire les quantités proportionnelles en quantités réelles.

L'auteur est parvenu à fixer ainsi les points suivants :

1. — Le minimum de température est situé plus bas pour la respiration intramoléculaire que pour la respiration normale; au lieu de se trouver à zéro, il est situé à quelques degrés au dessous; à zéro degré on observe déjà un dégagement d'acide carbonique assez intense.

2. — La respiration intramoléculaire s'accroît avec la température, mais point du tout proportionnellement.

3. — Pour la respiration intramoléculaire du blé et du lupin, l'optimum de température est situé aux environs de 40 degrés; il occupe par conséquent la même place que celui de la respiration normale.

4. — Tandis qu'il y a sans doute un maximum de température pour la respiration normale du blé et du lupin, maximum situé vers 45 degrés, on ne saurait parler d'un maximum de température pour la respiration intramoléculaire; en effet les jeunes plantules de blé et de lupin supportent bien les températures de 40 et 50 degrés en présence de l'oxygène, mais périssent en l'absence de l'oxygène dès que la température dépasse 40 degrés; la courbe de la respiration tombe brusquement au delà de l'optimum de température.

5. — L'ascension la plus rapide de la courbe de la respiration intramolé-

1. *Pringsheim's Jahrb. f. wissensch. Bot.*, XXV, 1893, 1-38.

culaire se trouve auprès de 40 degrés alors qu'elle est située beaucoup plus bas pour la respiration normale (25 et 30 degrés, respectivement pour les deux plantes). D'une manière générale les courbes de la respiration intramoléculaire sont entièrement convexes vers l'axe des abscisses, tandis que celles de la respiration normale (d'après Clausen) sont d'abord convexes, puis concaves.

6. — Toujours la respiration normale est beaucoup plus intense que la respiration intramoléculaire.

7. — On avait pu penser que le rapport $\frac{I}{N}$, ces quantités d'acide carbonique provenant des deux sortes de respiration (I) intramoléculaire et (N) normale, était constant pour toutes les températures. Il n'en est rien. Pour le blé ce rapport diminue de 0 à 25 degrés pour augmenter ensuite; pour le lupin le minimum correspond non à 25, mais à 35 degrés.

8. — Le même rapport $\frac{I}{N}$ ne reste pas constant dans la même plante; il change avec l'âge en faveur de la respiration intramoléculaire.

9. — Il est inexact que la respiration intramoléculaire représente un phénomène morbide lié intimement à la mort prochaine de la plante. Si on supprime l'oxygène dans l'enceinte limitée dans laquelle la plante végète, le dégagement de l'acide carbonique tombe aussitôt, cela est vrai, mais il se relève jusqu'à sa grandeur primitive si on rend l'oxygène à la plante.

10. — Les organes différents, pétales et feuilles, pris sur la même plante se comportent de la même manière relativement au rapport $\frac{I}{N}$, tandis que les mêmes organes se comportent fort différemment chez des espèces distinctes; on avait comparé entre elle des Rosacées et des Composées.

Recherches comparatives sur les cendres du duramen de l'aubier chez quelques arbres feuillus, par M. H. Zimmermann[1]. — Dans le tronc d'un orme (*Ulmus effusa*) on a trouvé de notables dépôts de carbonate de chaux, tapissant en partie les parois d'une ancienne gélivure, logés en partie dans les vaisseaux du bois cicatriciel ou dans ceux du duramen et dans quelques rayons médullaires.

En présence de cette observation et des recherches de Molisch, qui chez un grand nombre de ligneux dicotylédones, avait trouvé dans les vaisseaux et autres éléments anatomiques du duramen et du bois cicatriciel, un moulage de carbonate de chaux, l'auteur a entrepris le dosage des cendres et en particulier de la chaux dans plusieurs espèces de bois,

Toujours, ainsi que Molisch l'avait déjà constaté, l'aubier était exempt de chaux, il était donc indiqué de traiter séparément l'aubier et le duramen: on a même parfois traité séparément les parties de duramen d'âges différents. Les observations ont porté sur 23 espèces et pour quelques-unes d'entre elles on a étudié concurremment le tronc et la racine.

Un tableau résume les résultats des dosages et contient toutes les indications nécessaires sur l'espèce, l'âge de l'arbre, la définition exacte de la

1. *Zeitschrift für angewandte chemie*, 1893, 426; — *Bot., Centralbl.*, LVI, 37.

partie analysée et même la constitution géologique du terrain dans lequel les arbres avaient poussé.

On a trouvé le carbonate de chaux dans 12 cas. Le maximum de cendres et de chaux a été fourni par un orme champêtre agé de 120 ans (8,101 p. 100 de cendres et 6,853 p. 100 de carbonate de chaux). Les troncs et les racines de deux exemplaires de l'*Ulmus effusa* viennent ensuite. La racine d'un de ces arbres âgé de 102 ans a montré nettement une diminution des cendres et de la chaux du duramen du centre vers la périphérie. Les différences sont très sensibles, ainsi que l'indiquent les chiffres ci-dessous:

Anneaux annuels:	jusqu'au 4e.	du 10e au 20e.	du 30e au 50e.
—	—	—	—
Cendres pour 100.	8.861	8.728	3.271
Carbonate de chaux.	6.651	3.093	2.427

Le tronc d'un hêtre de 94 ans a donné lieu à la même observation:

Anneaux annuels:	1-15	15-25	25-35	35-45	45-60	60-83
—	—	—	—	—	—	—
Cendres.	1.162	0.827	0.645	0.612	0.555	0.558
Carbonate de chaux. . .	0.579	0.251	traces	traces	»	»

Il ressort clairement de ces recherches que le duramen est toujours plus riche en cendres que l'aubier, et que le dépôt de calcaire est le plus abondant dans les anciens anneaux annuels.

Il n'apparait pas de relation entre la richesse en cendres et la composition (richesse en calcaire) du sol d'une part, et l'âge de l'arbre d'autre part. Cependant, dans certains cas isolés, cette dépendance paraît exister. Molisch avait pensé que le dépôt de carbonate de chaux au sein du bois était le résultat de la diminution de l'acide carbonique dans le lent courant de transpiration, dont la température doit augmenter progressivement. L'auteur n'est pas de cet avis; il objecte que, dans un anneau de bois ou même dans plusieurs qui se suivent, tous les vaisseaux sont remplis de carbonate de chaux, tandis que d'autres anneaux n'en renferment pas. Or l'élévation de température devrait frapper également tous ces anneaux ou plutôt d'abord les externes puis successivement de dehors en dedans tous les autres, et justement l'incrustation calcaire suit la marche inverse. De plus, le dépôt de calcaire s'effectue aussi dans la racine, qui pourtant, à une profondeur de 1m,00-1m,50 n'est pas exposée à cette élévation de température. L'auteur croit que le premier dépôt de carbonate de chaux résulte du « chimisme » intime de la plante et que ce dépôt s'accroît ensuite physiquement par la cristallisation du bicarbonate dans le courant de transpiration.

Cela ne doit pas être tout à fait exact non plus, puisque le courant de transpiration ne passe pas dans le duramen. L'imbibition joue probablement ici son petit rôle.

VESQUE.

Le Gérant : G. MASSON.

Paris. — Imprimerie L. MARETHEUX, 1, rue Cassette.



NOUVELLES ÉTUDES

SUR

L'UTILISATION DES MARCS DE VENDANGE

PAR

M. A. MUNTZ
Professeur à l'Institut national agronomique.

J'ai montré, dans une étude antérieure [1], que les marcs de vendange, sortant des pressoirs, contiennent encore 60 p. 100 de leur poids de liquide vineux, analogue au vin de presse lui-même. Les plus fortes pressions qu'on peut obtenir, avec les pressoirs employés dans les exploitations viticoles, ne peuvent faire sortir ce liquide qui représente une fraction importante de la vendange (15 p. 100 en moyenne). Souvent, pour ne pas perdre le vin resté dans le marc, on soumet celui-ci à des lavages à l'eau, et on obtient ainsi des piquettes, généralement d'un faible degré alcoolique, qu'on conserve pour la consommation des ouvriers de l'exploitation, ou qui va à la distillation.

Frappé de l'imperfection des méthodes actuelles, qui ne permettent qu'une extraction très incomplète du vin qui imprègne les marcs, et de la dilution des produits ainsi recueillis, j'ai étudié un procédé de déplacement méthodique, permettant de retirer la totalité du liquide vineux, en ne faisant intervenir que de petites quantités d'eau et d'obtenir ainsi des piquettes fortes, ayant plus de valeur pour l'alimentation des ouvriers, et se prêtant mieux à la distillation.

Déjà, après les vendanges de 1892, opérant dans le Roussillon, sur près de 50,000 kilos de marc exprimé, j'ai extrait, par ce procédé, 312 hectolitres d'une piquette ayant une richesse alcoolique moyenne de 8 p. 100 et une proportion d'extrait sec de 18 grammes par litre. Les vins avaient donné en moyenne 10.5 p. 100 d'alcool et 21 grammes d'extrait sec par litre.

De pareilles piquettes ne sont pas inférieures à la plus grande partie des vins de plaine du vignoble du Midi et fournissent une boisson d'une qualité bien supérieure à celle des piquettes

1. *Ann. agron.*, t. XIX, p. 353.



préparées par les procédés usuels, et qui contiennent rarement plus de 4 à 5 p. 100 d'alcool.

Une partie des piquettes que j'avais ainsi préparées a été consommée par le personnel de l'exploitation; l'autre a été distillée et a fourni un alcool égal, comme qualité, à l'alcool du vin. Dans cette opération, j'avais retrouvé plus de 80 p. 100 de l'alcool qui était resté dans le marc. Quant au marc ainsi épuisé, il a fourni encore un excellent aliment qui, ensilé, a servi, pendant tout le courant de l'hiver, à nourrir un troupeau de brebis de 200 têtes.

Les résultats obtenus en 1892 étaient donc très encourageants. Je les ai contrôlés aux vendanges de 1893, en perfectionnant le mode de préparation et en suivant de plus près la marche des opérations, afin de pouvoir mettre à la disposition des viticulteurs des indications précises, leur permettant de tirer un parti avantageux des marcs de vendange qu'ils laissent perdre ou qu'ils n'utilisent que d'une manière imparfaite.

En 1893, j'ai opéré dans deux régions différentes, le Roussillon et le Médoc.

Dans le Roussillon, les domaines du Mas-Déous et de Sainte-Eugénie ont donné une récolte de 6,000 hectolitres de vin et 72,000 kilos de marc pressé.

Je me suis servi, pour l'épuisement, de 5 cuves cylindriques d'une contenance de 80 hectolitres chacune, placées côte à côte sous un hangar. Les marcs, exprimés à fond au pressoir américain, ont été rebêchés et introduits aussitôt dans la première cuve. où trois hommes les ont tassés par le piétinement. Mais ce travail de tassement, qui doit être fait avec soin, ne devient parfait que si l'on arrose le marc d'une petite quantité d'eau, afin de l'humecter. La quantité d'eau que j'ai trouvée suffisante, pour obtenir un tassement convenable, est de 4 à 5 litres par 100 kilos de marc. Celle qu'on mettrait en trop diluerait la piquette.

Les pressées se succédant sans interruption, la cuve a été pleine en près de 24 heures et contenait 4,600 kilos de marc. A ce moment, on a commencé les arrosages, à l'aide d'un arrosoir muni de sa pomme, en répartissant l'eau uniformément à la surface et en renouvelant cet arrosage tous les quarts d'heure, avec 10 à 12 litres d'eau. Au bout de deux heures, la piquette a commencé à s'écouler au bas de la cuve, d'une limpidité parfaite dès le début, et a continué alors à venir régulièrement, en filet mince,

à raison de 40 à 45 litres par heure. Un ouvrier de nuit a continué de la même façon. Aucune interruption ne s'est donc produite. Si l'on arrêtait les arrosages pendant quelques heures, les marcs s'échaufferaient et les piquettes prendraient un mauvais goût, tout en s'acétifiant notablement.

L'épuisement complet a été obtenu au bout de 4 jours; on a recueilli séparément les produits suivant leur richesse alcoolique. En partant d'un marc dont le vin de presse contenait 11.5 p. 100 d'alcool, on a ainsi obtenu en 2 jours 1/2 :

1° 6	hectolitres	piquette	à 9.7	p. 100	d'alcool et	18.5	d'extrait sec	par litre.
2° 5	—	—	8.3	—	—	16.7	—	—
3° 5	—	—	7 »	—	—	15.0	—	—
4° 5	—	—	5 »	—	—	11.3	—	—

A la fin du 3ᵉ jour, le titre n'était plus que de 3 p. 100 d'alcool et a diminué rapidement pour devenir inférieur à 1 p. 100 le 4ᵉ jour. On a alors arrêté l'opération, quoique le liquide qui s'écoulait fût encore assez coloré. Le marc a été aussitôt enlevé, et la première cuve est redevenue libre pour une nouvelle opération.

Pendant que cette première cuve était en fonctionnement, la seconde a été remplie à son tour de marcs; mais au lieu d'humecter ce dernier, pendant le tassement, avec de l'eau pure, on l'a humecté avec des piquettes faibles provenant de la première cuve et contenant 4 à 5 p. 100 d'alcool. L'épuisement a été ensuite pratiqué en employant, pour l'arrosage du marc, non de l'eau pure, mais des piquettes faibles de 4 à 5 degrés d'abord, de 2 à 3 degrés ensuite, puis avec les dernières recueillies, et finalement avec de l'eau, jusqu'à ce que le liquide écoulé contînt moins de 1 p. 100 d'alcool[1]. On a procédé pour les autres cuves comme pour la seconde, les liquides riches étant toujours mis à part et les liquides faibles s'enrichissant par leur passage sur des marcs frais.

La première cuve, dont les marcs sont tassés et arrosés avec de l'eau, donne nécessairement des piquettes plus faibles que les cuves suivantes, dont les marcs sont épuisés d'abord par des

1. Le dosage de l'alcool se fait avec une approximation suffisante à l'aide du liquomètre de Musculus, basé sur la capillarité. La hauteur à laquelle le liquide monte dans le tube capillaire indique le degré alcoolique du liquide. Cette opération ne demande que quelques instants, et se fait sans difficulté par l'ouvrier chargé de l'arrosage des marcs.

liquides s'étant déjà chargés en alcool, en couleur et en matières extractives.

Aussi la deuxième cuve a-t-elle donné les résultats suivants :

1°	4	hectolitres	de piquette	à	11	p. 100	d'alcool.
2°	5	—	—		10.1	—	—
3°	5	—	—		8.7	—	—
4°	7	—	—		6.9	—	—

Les cuves suivantes ont donné des résultats identiques.

Dans aucune de mes observations je n'ai constaté l'acétification des liquides, dont la température ne s'est jamais élevée à leur contact avec le marc, résultat qu'il faut attribuer à la régularité de la distribution de l'eau.

Lorsque plusieurs cuves sont simultanément en fonctionnement, comme cela arrivera toujours dans les exploitations d'une certaine importance, les frais de main-d'œuvre sont peu élevés, le même ouvrier pouvant conduire toutes les cuves à la fois. Un ouvrier travaillant le jour et un autre travaillant la nuit suffisent pour une production considérable de piquettes. Dans les exploitations où l'on a de l'eau sous pression, ce travail est encore simplifié, car, au moyen d'un tube muni d'une pomme d'arrosoir, l'ouvrier peut distribuer l'eau à la surface du marc sans avoir à la monter à la main. Quant aux ouvriers qui opèrent le tassement, ils sont distraits quelques moments de ceux qui sont occupés au pressoir.

Les cuves étant rendues libres successivement au bout de 4 jours pour de nouvelles opérations, il suffit d'un petit nombre de cuves pour traiter ainsi les marcs des plus grands vignobles.

En opérant sur l'ensemble de la vendange des deux domaines du Mas-Déous et de Sainte-Eugénie, qui ont donné, en 1893, 6,000 hectolitres de vin et 72,000 kilos de marcs pressés, j'ai obtenu 460 hectolitres de piquette d'une richesse moyenne de 8 degrés, dont une partie a été réservée pour la consommation des ouvriers, et dont l'autre a été distillée et a donné un alcool identique aux eaux-de-vie de vin, c'est-à-dire d'une qualité et d'une valeur vénale bien supérieures à celles qu'on peut obtenir par la distillation directe des marcs.

L'opération ainsi conduite a permis de retirer en presque totalité le liquide vineux imprégnant les marcs. En effet, les 72,000 kilos de marcs contenaient 432 hectolitres de liquide vineux renfermant 45 hectol. 5 d'alcool absolu.

La piquette recueillie à 8 degrés contenait 37 hectolitres d'alcool absolu, c'est-à-dire qu'on a obtenu 85 p. 100 de ce qui était contenu dans les marcs.

Cette opération, faite dans des conditions pratiques et sur une grande échelle, a donc permis d'extraire, sous une forme concentrée et à très peu de frais, la presque totalité du vin qui imprégnait les marcs.

Comme l'année précédente, les marcs épuisés ont été ensilés; on y a ajouté 1 kil. 5 de sel gris, dénaturé aux tourteaux, par 100 kilos de marcs. Cette quantité de sel, inférieure de moitié à celle que j'avais employée en 1892, s'est montrée tout à fait suffisante pour une bonne conservation. Le produit ensilé a servi jusqu'à la fin du mois de février à l'alimentation d'un troupeau de brebis de 200 têtes, qui avaient auparavant consommé les feuilles de la vigne, depuis la fin de la vendange jusqu'au moment où elles sont tombées sous l'influence des premiers froids.

Dans le courant de l'hiver, les brebis ont agnelé normalement; lorsque tout le marc a été consommé, le troupeau a été vendu.

Cette année encore, on a donc eu la preuve que les marcs, quoiqu'on en eût enlevé par un épuisement méthodique tout le liquide vineux qui les imprégnait, ont cependant constitué une excellente nourriture, à la dose de 2 à 4 kilos par tête de brebis et par jour.

Pendant toute cette période, l'utilisation du marc a permis d'économiser les fourrages, dont le prix était élevé.

Ce qui constitue l'économie réelle de l'opération, c'est précisément la substitution d'un aliment de valeur marchande nulle, comme les marcs épuisés, à des fourrages d'un prix relativement élevé, tels que le foin de prairies naturelles ou artificielles, dont 1 kilo peut être remplacé par environ 2 kilos de marcs. Ces derniers, par suite, acquièrent, par leur emploi dans l'alimentation, une valeur argent qui peut être évaluée de 3 francs à 3 fr. 50 les 100 kilos dans les années moyennes, de 5 francs et au delà, les années de disette de fourrage, comme était celle dans le courant de laquelle ces études ont été faites.

J'ai opéré de la même manière sur les marcs d'un vignoble situé dans le Médoc, Château-Reysson, qui, en 1893, a donné, pour 45 hectares de vignes en production, une récolte de 1,035 hectolitres de vin, appartenant au type des vins de Saint-

Estèphe. Dans cette région, on ne peut pas penser à la production des alcools, car les usages du pays comportent une large distribution de piquette au personnel de l'exploitation, une partie même de celui-ci a droit à du vin.

Mais les piquettes auxquelles les ouvriers sont habitués sont extrêmement faibles, ne contenant que rarement plus de 3 à 4 p. 100 d'alcool; elles s'aigrissent rapidement et, au bout de peu de temps, ne constituent en réalité qu'une boisson acide faiblement colorée.

Ces piquettes s'obtiennent ordinairement en délayant les marcs dans de l'eau, qu'on enrichit en la faisant passer sur de nouvelles quantités de marcs.

Quant à ces derniers, ainsi lavés, ils servent à la fumure de la terre, quand on a le soin de les ajouter au fumier, ce qui n'est pas toujours le cas. Il est bien rare qu'on s'en serve pour l'alimentation des animaux de l'exploitation.

En opérant sur la totalité du marc produit par le domaine, c'est-à-dire sur 13,450 kilos et qui était imprégné d'un liquide vineux contenant en moyenne 11.5 p. 100 d'alcool, on a obtenu d'abord :

23 hectolitres d'une piquette très forte contenant 10 p. 100 d'alcool, aussi colorée que le vin lui-même et que le personnel ayant droit à du vin a acceptée très volontiers, en remplacement de ce dernier.

On a ensuite obtenu :

87 hectolitres de piquette contenant 5 p. 100 d'alcool, assez colorée et bien supérieure à celle à laquelle les ouvriers étaient habitués.

Quant aux marcs épuisés, ils ont été ensilés sans addition de sel, pour être distribués aux bœufs de labour. Ceux-ci ont fait, les premiers jours, quelques difficultés pour les accepter, ensuite ils les ont consommés volontiers, jusqu'à épuisement complet. On a pris l'habitude de les mélanger avec quelques poignées de son d'arachide au moment de la distribution. Ils entraient dans la ration dans la proportion de 6 à 8 kilos.

Ici encore, la consommation des marcs a donc été d'un grand secours pour l'entretien des animaux, dans une année où les fourrages étaient d'un prix élevé.

LES ENGRAIS COMPLÉMENTAIRES DANS LA PUISAYE

RÉSULTATS OBTENUS AU CHAMP D'EXPÉRIENCE DE SAINT-SAUVEUR PENDANT LES ANNÉES 1892 ET 1393

PAR

M. POTIER

Professeur d'agriculture de l'arrondissement d'Auxerre.

Entourée par le Gâtinais, l'Auxerrois et le Morvan, La Puisaye est une région verdoyante qui s'étend depuis la rive droite de la Loire de Cosne à Gien, et embrasse, en se dirigeant vers le Nord-Est les cantons de Saint-Amand (Nièvre), de Saint-Fargeau, de Saint-Sauveur et de Toucy dans l'Yonne.

Vu des plateaux oolithiques qui le dominent, ce pays accidenté apparaît comme un grand massif forestier. Des bois nombreux, mais peu étendus, couronnent irrégulièrement les petites collines et laissent entre eux des sols découverts livrés à la culture.

Le sous-sol, formé par les assises du crétacé inférieur et moyen, est très imperméable. Les petites nappes d'eau souterraines en arrivant au jour, donnent de petits filets d'eau qui, après avoir coulé lentement au milieu des prairies acides et tourbeuses des vallons, alimentent ensuite les rares étangs qui subsis tent encore dans la vallée du Loing et celles de ses affluents.

Dans cette région boisée exposée aux vents du Nord et de l'Ouest, la vigne ne réussit pas. Le poirier, le pommier forment avec l'aubépine de magnifiques avenues le long des routes, de beaux rideaux de végétation arborescente autour des pacages, des terres cultivées, et procurent enfin aux habitants une boisson saine et agréable.

Depuis 1820, de grands progrès ont été accomplis; le dessèchement des marais et des étangs a débarrassé le pays des fièvres paludéennes; par le drainage et les larges fossés de clôture on a facilité l'égouttement du sol.

Dans les « Gâtines », où les houx, les ajoncs, les bruyères et les fougères vivaient de compagnie, on cultive non sans succès le seigle et le froment. Grâce enfin aux excellents chemins qui sillonnent le territoire, l'agriculture a pu tirer parti des gisements de craie glauconieuse qui affleurent sur le versant nord de la vallée du Loing.

Les marnages à haute dose, 200 mètres cubes à l'hectare, ont permis la culture du froment dans les sols sableux et silico-argileux; les légumineuses : trèfle, sainfoin et les prairies temporaires ont été introduites dans l'assolement avec les plantes sarclées : betteraves, rutabagas, etc.

Par suite, l'industrie zootechnique prit une grande importance : un bétail plus nombreux, mieux choisi, utilisa avec profit les ressources fourragères.

La prospérité qui suivit inspira, malheureusement, aux cultivateurs une confiance aveugle dans leurs méthodes culturales. Beaucoup d'entre eux persistent encore à les suivre, sans aucun succès d'ailleurs, bien qu'elles ne répondent plus aux nécessités du présent, où des changements économiques profonds ont modifié considérablement les conditions de la production agricole.

Quelques-uns, mieux inspirés, ont tenté de modifier leur méthode de fumures. Mais leur ignorance sur la nature et la composition des substances fertilisantes qui leur étaient livrées, par des commerçants, souvent peu scrupuleux, ne leur a pas permis d'apprécier, à leur juste valeur, les engrais complémentaires.

C'est dans le but d'éclairer, sur ce point important, la pratique culturale que des expériences ont été établies à Saint-Sauveur à côté des cultures démonstratives.

Les résultats dont nous allons rendre compte se rapportent aux deux années extraordinairement sèches 1892 et 1893, pendant lesquelles la végétation a beaucoup souffert des circonstances météorologiques anormales et défavorables.

Vraisemblablement, les effets produits par les engrais sont différents de ce qu'ils auraient été en année ordinaire; des expériences subséquentes modifieront probablement un peu nos conclusions sur la valeur de ces engrais.

Néanmoins, ces réserves faites, les résultats acquis sont suffisamment nets pour montrer que l'usage des engrais complémentaires est avantageux même en années sèches.

Les résultats d'une fumure appliquée à une même plante, étant surtout fonction du sol, il faut, au préalable, préciser les conditions dans lesquelles nous avons opéré.

Les sols de la Puisaye proprement dite, ont été formés par le crétacé inférieur, assise de sables verts, plus ou moins mélangés

de craie glauconieuse et d'argile à silex dont les dépôts recouvrent parfois le terrain jurassique.

Les sables verts sont ici représentés :

1° Par des bancs de grès siliceux ferrugineux de couleur brune et d'une grande dureté; ils émergent au-dessus des coteaux et donnent des terres siliceuses, ferrugineuses, rocheuses, perméables.

2° Par des conglomérats de gros grains de quartz roulés, agglutinés par un ciment ferrugineux; les sols qui en dérivent sont siliceux, graveleux.

3° Par des sables en couches épaisses et stratifiées dont la couleur varie du blanc sale au jaune plus ou moins ocreux et au rouge sang. Dans la partie supérieure de ces sables on voit de petits lits d'argile blanche ou violacée qui sillonnent le sable ténu, sur une épaisseur variant de 1 à 5 centimètres. Cela contribue à aggraver le caractère imperméable du sous-sol.

Quelle que soit la roche primitive dont ils dérivent, ces sols sont tous siliceux, ferrugineux à des degrés divers, dépourvus de calcaire. Les derniers, de beaucoup plus étendus, n'ont qu'une profondeur de 15 à 18 centimètres au maximum; boueux en hiver, ils deviennent très secs en été, et ce n'est qu'à la suite de marnages répétés qu'on a pu y cultiver le froment, le trèfle rouge. La végétation spontanée se compose d'ajoncs, de houx, de fougères, de bruyères, de digitales.

Le sol que nous avons cultivé appartient à la dernière assise. L'analyse mécanique a donné les résultats suivants :

	1 kilo de terre sèche renferme — gr. c.
Cailloux siliceux	40 68
— calcaires	1 61
Gravier siliceux	28 83
— calcaire	0 16
Débris organiques	0 72
Terre fine	928 00

928 gr. terre fine contiennent :

		928 grammes de terre fine contiennent : — gr. c.
Gros sable	Sable non calcaire	609 69
	Sable calcaire	» »
	Débris organiques	1 85

		928 grammes de terre fine contiennent :
		gr. c.
Eléments fins.	Sable fin non calcaire. .	164 25
	— calcaire	59 00
	Argile	36 40
	Humus.	36 81

D'après cette composition, on voit qu'il s'agit d'un sol à pouvoir absorbant faible qui ne pourrait s'améliorer, sous ce rapport, que par des fumures organiques copieuses, des chaulages ou mieux des marnages fréquents et à petite dose.

L'analyse chimique a donné les résultats suivants :

	Pour 1000 de terre sèche :
Azote total	0,23
Acide phosphorique total.	0,5
Acide phosphorique soluble dans acide acétique.	0,01
Potasse soluble dans acide concentré . . .	1,22
Calcaire.	1,49
Sesquioxyde de fer	32,48

1892. — Blé de Noé après choux fourragers.

Depuis 1886, époque à laquelle une fumure au fumier de ferme fut appliquée aux betteraves, notre sol n'a reçu ni engrais chimiques, ni fumier. En 1891, la prairie temporaire qui a succédé à l'avoine de 1888 a été défrichée et plantée de choux fourragers. Après l'arrachage nous avons disposé nos essais et, par un léger labour, fumier et engrais ont été enfouis avant la semaille.

Celle-ci a été faite à la volée le 22 octobre, époque considérée comme très tardive dans un pays où le sol, froid et humide en automne, est peu favorable à la germination rapide du blé. La levée a été complète le 16 novembre; peu de temps après, la larve du taupin, dont je ne soupçonnais pas la présence, causa de sérieux ravages, coupant les plants à quelques centimètres au-dessous de la surface du sol. Tant à l'automne qu'au printemps, cette larve a dévoré plus d'un quart des semis. Le blé a souffert, en outre des grands froids de janvier et d'avril. Si l'on songe que le réveil de la végétation a été presque immédiatement suivi de la sécheresse de 1892, on voit combien les circonstances dans

lesquelles ce blé a accompli ses phases de développement ont été défavorables.

Il est resté court, mais, grâce à l'excellente maturation survenue à la suite des petites pluies de juin, les grands épis lâches du blé bleu comptaient généralement dix-huit épillets bien garnis d'un grain beau et dense.

Dans le tableau I, les résultats du battage ont été réunis et nous n'avons tenu compte que du grain dans l'évaluation du produit.

Examen du tableau. — De l'examen des chiffres contenus dans ce tableau, il ressort que :

1° Les rendements, par le seul fait de la fumure, ont présenté un écart maximum de 24qm,19;

2° 15,000 kilos de fumier ont donné un produit brut inférieur à celui d'une fumure minérale complète du prix de 142 fr. 70;

3° S'il est vrai que les engrais minéraux ajoutés au fumier ont élevé partout le rendement brut et que, sauf dans un cas, leur emploi a été avantageux, ces chiffres montrent clairement que le bénéfice dû à leur application n'est pas proportionnel à la dépense.

Il y a donc lieu de rechercher ceux qui ont donné les meilleurs résultats économiques, en examinant l'action de chacun d'eux.

NITRATE DE SOUDE ET SULFATE D'AMMONIAQUE

Dans la *parcelle* 3 :

	Excédent de grain.	Valeur de l'excédent.	Bénéfice.
	q. m.	fr. c.	fr. c.
25 francs de nitrate de soude ont donné :	9 92	208 30	183 30

La dépense est au bénéfice comme 1 est à 7.30.

Ici 1 kilo d'azote nitrique a provoqué un excédent de rendement en grain de *62* kilos.

Parcelle 5. Comme complément d'une fumure minérale d'automne complète, le nitrate de soude appliqué au printemps a eu une action manifeste.

	Excédent de grain.	Valeur de cet excédent.	Bénéfice.
	q. m.	fr. c.	fr. c.
10 francs de nitrate de soude ont donné :	2 08	43 65	33 65

La dépense est au bénéfice comme 1 est à 3.

TABLEAU I.

DÉSIGNATION DES PARCELLES ET DES FUMURES	ÉPOQUE de l'épiage.	HAUTEUR des tiges depuis le sol jusqu'à la ligule de la dernière feuille.	ÉPOQUE de la maturité.	PRIX de la fumure complémentaire.	RENDEMENT brut en grain.	PRODUIT brut en argent.	BÉNÉFICE ou perte dus à l'emploi de la fumure complémentaire.
		cm.	juillet.	fr. c.	quintaux.	fr. c.	fr. c.
1. Témoin, ni fumier, ni engrais complémentaire..	30 mai . . .	65	18	»	8 11	170 30	»
2. Fumier seul 15.000 kil. à l'hect.	30 mai . . .	68	16	»	13 98	293 55	»
3. Fumier, 15.000 k. + Nitrate de soude, 100 k. .	1er juin . . .	70	18	25 00	23 90	501 90	183 35
4. Superphosphate minéral, 600 k. / Sulfate d'ammoniaque, 150 k. . } Chlorure de potassium, 215 k.	29 mai . .	66	18	142 72	16 80	332 80	39 80
5. Engrais minéral identique + Nitrate de soude, 40 kil. à l'hect	29 mai . . .	70	18	152 72	18 88	396 45	73 45
Fumier, 15.000 kilos à l'hectare. { Superphosphate, 300 k. + Sulfate d'ammoniaque, 150 k. + Chlorure de potassium, 200 k. . . .	27 mai . . .	51	10	114 55	22 48	472 05	63 95
Superphosphate, 400 k. + Sulfate d'ammoniaque, 270 k. (Sans potasse).	30 mai . . .	65	18	113 95	18 87	396 25	Perte 10 30
Scories Thomas, 830 k. + Sulfate d'ammoniaque, 150 k. + Chlorure de potassium, 200 k. . . .	30 mai . . .	65	10	133 55	22 40	470 40	43 30
Phosphate précipité, 200 k. + Sulf. d'amm., 150 k. + Sulf. de pot., 200 k. + Nitr. de soude, 100 k.	30 mai . . .	72	14	176 15	23 00	483 00	13 30
Phosphate naturel des Ardennes, 840 k. + Chlorure de potas., 200 k. + Nitr. de soude, 200 k.	31 mai . . .	75	10	138 65	25 87	543 25	111 05
Scories du Creusot, 840 k. + Chlorure de potassium, 200 k. + Nitrate de soude, 200 k. . . .	27 mai . . .	70	14	136 90	24 60	516 60	86 15
Scories du Creusot, 840 k. + Sulfate de potasse, 200 k. + Nitrate de soude, 200 k.	29 mai . . .	77	10	144 00	32 30	678 30	240 75
Phosphate précipité, 400 kil	27 mai . . .	55	10	103 00	24 60	516 60	120 05
Scories du Creusot, 600 kil.	28 mai . . .	60	10	30 00	16 92	355 32	61 75

1 kilo d'azote nitrique a provoqué un excédent de rendement en grain de *34* kilos, chiffre inférieur au précédent.

D'autre part, si on compare les rendements des parcelles où la fumure azotée complémentaire a été apportée sous la forme nitrique à ceux des parcelles qui ont reçu l'azote complémentaire sous la forme ammoniacale, il est aisé de voir que le rendement de ces dernières est toujours inférieur.

Bien plus, on constate avec étonnement que le produit de ces parcelles est inférieur à celui de la parcelle fumier et nitrate de soude où le prix de la fumure complémentaire est six fois moindre.

Au point de vue de l'aspect du blé dans les deux cas, on constate que partout où l'azote a été apporté sous la forme nitrique, la vigueur et la taille ont été beaucoup plus grandes qu'ailleurs; il est donc vraisemblable qu'il y a eu pénurie d'azote assimilable dans les parcelles à azote ammoniacal et que par suite la plante n'a pu profiter complètement des autres engrais.

Quoi qu'il en soit, le sulfate d'ammoniaque a été notablement inférieur au nitrate de soude : les fumures qui comprenaient ce dernier ont donné les bénéfices les plus élevés.

ENGRAIS PHOSPHATÉS

1° *Phosphates seuls ajoutés au fumier.*

Dans la *parcelle* 13 :

	Excédent de grain.	Valeur de cet excédent.	Bénéfice.
	q. m.	fr. c.	fr. c.
103 francs de phosphate précipité ont donné :	10 62	223 »	120 05

La dépense est au bénéfice comme 1 est à 1.16.

Dans la *parcelle* 14 :

	Excédent de grain.	Valeur de cet excédent.	Bénéfice.
	q. m.	fr. c.	fr. c.
30 francs de scories du Creusot ont donné :	2 94	61 75	31 75

La dépense est au bénéfice comme 1 est à 1.

Au point de vue économique l'acide phosphorique seul comme complément du fumier, n'a pas été aussi avantageux que le nitrate de soude.

2° *Phosphates associés à l'azote et à la potasse.*

a) Scories et superphosphates :

Dans la *parcelle* 6, au superphosphate, une fumure minérale valant 114 fr. 55 a donné un produit de 472 fr. 05, un bénéfice de 63 fr. 95, soit de 55.25 p. 100.

Dans la *parcelle* 8, aux scories du Creusot, une fumure minérale valant 133 fr. 55 a donné un produit de 470 fr. 40, un bénéfice de 43 fr. 30, soit de 32 p. 100.

b) Scories et phosphates des Ardennes :

Dans la *parcelle* 10, une fumure au phosphate naturel valant 138 fr. 65 a donné un produit de 543 fr. 25, un bénéfice de 111 fr. 05, soit de 80 p. 100.

Dans la *parcelle* 11, une fumure aux scories du Creusot valant 136 fr. 90 a donné un produit de 516 fr. 60, et un bénéfice de 86 fr. 15, soit de 62 p. 100.

Dans cet essai, le taux du bénéfice obtenu avec les fumures aux scories est moins élevé que celui résultant de l'emploi des superphosphates et des phosphates des Ardennes.

Quant au phosphate précipité, l'adjonction d'une fumure supplémentaire au nitrate de soude ne permet pas, dans la parcelle 9, de le comparer aux autres phosphates.

ENGRAIS POTASSIQUES

Dans la *parcelle* 7, bien qu'on ait apporté sous les mêmes formes une dose plus élevée d'acide phosphorique et d'azote que dans la parcelle 6, le rendement a été inférieur à celui de cette dernière ; or, puisque les prix de ces fumures sont sensiblement égaux et que la seule différence de composition réside dans l'absence de potasse dans le n° 7, on ne peut attribuer cette différence de rendement qu'à ce dernier élément.

En outre, les rendements des parcelles 11 et 12 indiquent l'état de combinaison sous lequel cet élément est le plus favorable.

Dans la *parcelle* 11, au chlorure de potassium, une fumure valant 136 fr. 90 a donné un produit de 516 francs et un bénéfice de 85 fr. 15, soit de 63 p. 100.

Dans la *parcelle* 12, au sulfate de potasse, une fumure valant

144 francs a donné un produit de 678 fr. 30 et un bénéfice de 240 fr. 75 soit de 167 p. 100.

Malgré son prix plus élevé, le sulfate de potasse a été plus avantageux que le chlorure de potassium.

1893. — Blé à épi carré cultivé aux engrais minéraux seuls.

Après l'arrachage des betteraves de 1892, nous avons choisi, comme représentant un sol très homogène de constitution et de profondeur, les parcelles où ces betteraves avaient été cultivées sans engrais, parcelles toutes appauvries dans la même mesure.

C'est à proprement parler un essai de culture aux engrais chimiques seuls. Bien que dans les sols de la région ce système ne puisse être adopté sans de graves inconvénients pour l'avenir, il nous a fourni l'occasion de montrer combien la plante se ressent des engrais minéraux, et comment, par son aspect et son développement, elle révèle la présence ou l'insuffisance de tel ou tel élément dans le sol.

Les 16 parcelles consacrées à cette expérience étaient fort intéressantes à examiner pendant la végétation, mais la sécheresse extraordinaire de 1893 a certainement beaucoup contribué à atténuer à la récolte les différences de parcelle à parcelle.

C'est qu'en effet, en suivant les progrès de la végétation, il a été facile de constater que les différences d'aspect et de vigueur très manifestes depuis le moment où le blé avait pris sa quatrième feuille jusqu'en mai, ont perdu graduellement de leur importance jusqu'à la maturité. Il est probable qu'à la suite de la sécheresse une portion du faisceau radiculaire du blé s'est enfoncée dans les parties profondes du sous-sol pour y puiser l'humidité qui faisait défaut dans les régions supérieures. En quittant ainsi ces dernières couches où les matières fertilisantes sont accumulées, les racines de toutes les parcelles se sont trouvées dans un milieu nourricier analogue à celui de la parcelle sans engrais. On conçoit ainsi que la plante, n'ayant pas profité pendant toute son existence des engrais mis à sa disposition, n'a pu donner toute la mesure de leur efficacité. C'est pourquoi les différences que nous observons dans le rendement sont moins grandes qu'en année normale alors que le sol conserve l'humidité nécessaire à la fonction assimilatrice des racines.

Malgré l'époque tardive de la semaille, faite le 19 octobre, le blé Schireff a été choisi parce que, possédant un pouvoir assimilateur plus grand que les variétés moins productives en sol riche, il est capable de donner des différences de rendements de parcelles à parcelles plus grandes et plus démonstratives que les variétés ordinaires qui se contentent des sols de fertilité moyenne.

Dans le tableau II nous avons réuni les résultats de la récolte[1].

Examen du tableau :

Sur un sol sans fumier, tous les engrais minéraux ont élevé le rendement. Suivant les parcelles, l'écart maximum est de 27 — 12 = 15 quintaux.

Le minimum du produit en grains est de 240 fr., le maximun, 540 fr.
— — — en paille — 160 — — 304

Grâce aux fumures minérales, le produit total à l'hectare est allé de 400 francs à 844 francs; ce sont là des écarts sensibles. Si on fait abstraction de la valeur de la paille, on voit encore entre les produits totaux en grains une différence de 540 fr. — 240 fr. = 300 francs qui n'est pas moins démonstrative.

Si du produit brut total en argent on défalque le produit brut de la parcelle sans engrais et le prix de la fumure minérale appliquée à chaque parcelle considérée isolément, on obtient un reste appelé improprement bénéfice (attendu qu'il comprend les frais généraux et les frais de culture). Mais puisque ces frais dont nous faisons abstraction sont sensiblement identiques dans toutes les parcelles, les chiffres de ce soi-disant bénéfice possèdent toute leur valeur relative, la seule que nous leur reconnaissions.

Or, en parcourant la colonne bénéfice, il est aisé de voir qu'il est très variable avec la nature de l'engrais et qu'il convient de rechercher ceux qui ont été le plus avantageux :

1° *Phosphates seuls.* — L'apport exclusif d'acide phosphorique a été efficace, mais les formes solubles dans l'eau et dans les acides faibles ont été inférieures aux formes insolubles telles que les scories et dans les phosphates naturels ;

1. Nous avons tenu compte du grain et de la paille pour l'évaluation du produit brut en argent; dans la culture aux engrais chimiques seuls il faut nécessairement opérer ainsi, car le fermier a la faculté de vendre ses pailles pour acheter des fumures commerciales compensatrices.

Le grain a été évalué 20 francs le quintal et la paille 80 francs les 1,000 kilos d'après les mercuriales de septembre 1893.

Tableau II. — 1893. — Blé à épi carré cultivé aux engrais chimiques seuls.

DÉSIGNATION DES PARCELLES ET DES FUMURES	PRIX de la fumure.	RENDEMENT EN GRAIN à l'hectare.	RENDEMENT EN GRAIN Valeur.	RENDEMENT EN PAILLE à l'hectare.	RENDEMENT EN PAILLE Valeur.	VALEUR totale de la récolte.	BÉNÉFICE + ou perte — dus à l'emploi des engrais.
	fr. c.	fr. c.	fr. c.	quintaux.	fr. c.	fr. c.	fr. c.
1. Témoin, sans engrais	»	12 00	240 00	20 00	160 00	400 00	»
Sans azote ni potasse. 2. Scories de Joeuf, 15 p. 100 d'ac. phosp., 1.200 kil.	48 00	18 40	368 00	26 00	208 00	576 00	+ 128 00
Sans azote ni potasse. 3. Superphosphate minéral, 13 p. 100 d'acide phosphorique total, 600 kil.	45 00	16 00	320 00	25 60	204 00	524 80	+ 79 00
Sans azote ni potasse. 4. Phosphate précipité, 36 p. 100 d'acide phosphorique total, 400 kil.	106 00	18 00	360 00	22 80	182 00	542 40	+ 36 00
Sans azote ni potasse. 5. Phosphate naturel des Ardennes, 18 p. 100 d'acide phosphorique, 1.600 kil.	80 00	19 20	384 00	26 00	208 00	592 00	+ 112 00
6. Scories de Jœuf, 1.200 k. + Nitrate de soude, 240 kil. (épandu printemps)	105 00	22 80	456 00	30 00	240 00	696 00	+ 191 00
7. Même fumure (nitrate mis à l'automne)	105 00	22 00	440 00	30 00	240 00	680 00	+ 175 00
8. Scories Jœuf, 1.200 kil. + Sulfate d'ammon., 200 kil.	112 00	20 00	400 00	26 00	208 00	608 00	+ 96 00
9. Scories Joeuf, 2.400 kil. + Sulfate d'ammoniaque, 800 kil. + Sulfate de potasse, 400 kil.	464 00	16 00	320 00	23 20	185 60	505 60	— 359 00
10. Scories Joeuf, 1.200 kil. + Sulfate d'ammoniaque, 400 kil. + Sulfate de potasse, 200 kil.	232 00	22 00	440 00	27 20	217 60	657 60	+ 25 00
11. Scories Joeuf, 1.200 kil. + Nitrate de soude, 240 kil. + Sulfate de potasse, 200 kil	161 00	22 80	456 00	32 00	256 00	712 00	+ 151 00
12. Phosphate précipité, 120 kil. + Sulfate d'ammoniaque, 240 kil. + Sulfate de potasse, 200 kil.	162 80	22 80	456 00	32 00	256 00	712 00	+ 149 00
13. Phosphate précipité, 120 kil. + Nitrate de soude, 240 kil. + Sulfate de potasse, 200 kil	143 60	24 80	496 00	37 60	300 80	796 80	+ 253 20
14. Superphosphate minéral, 500 k. + Sulf. d'am., 200 k. + Sulf. de pot., 200 k. + Nit. de soude, 200 k., print.	205 50	27 00	540 00	38 00	304 00	844 00	+ 238 50
15. Même fumure que le précédent sans nitrate	157 50	23 60	472 00	34 00	272 00	744 00	+ 186 50
16. Superphosphate, 500 kil. + Nitrate de soude, 200 kil. + Sulfate de potasse, 200 kil.	113 50	23 20	464 00	28 00	224 00	688 00	+ 174 50

Le nitrate de soude a été payé, en 1893, 24 fr.; le superphosphate minéral, 14 p. 100 d'acide phosphorique total, 7 fr. 50; phosphate précipité, 25 fr. scories Joeuf, 4 fr.; phosphate des Ardennes ardénien, 5 fr.; sulfate d'ammoniaque, 32 fr.; sulfate de potasse, 28 fr.

2° Les *phosphates associés au nitrate de soude* ont donné des rendements supérieurs aux phosphates seuls;

3° Si on compare le n° 6 au n° 11, on ne constate pas, comme en 1892, une action heureuse due aux engrais potassiques.

Pour les engrais azotés, les résultats de 1893 confirment ceux de 1892, c'est-à-dire la supériorité du nitrate de soude sur le sulfate d'ammoniaque. Ce n'est que dans un cas, parcelle 12, où l'acide phosphorique a été apporté sous la forme de scories, que le rendement a été sensiblement égal à celui du n° 11 où l'azote a été apporté par du sulfate d'ammoniaque; mais si on considère les prix de ces deux fumures, la supériorité est encore acquise à l'azote nitrique.

Le même fait se confirme dans les autres parcelles. Ainsi:

N° 12, la fumure cont. 42 k. azote ammon. et val. 162 fr. 80 a donné produit de 712 fr.
N° 13, — — 32 k. azote nitrique — 143 fr. 60 — — — 796 fr.

Dans les n°s 14 et 15, une fumure minérale complète, azote, acide phosphorique et potasse, a été appliquée en automne; au printemps, le n° 14 a reçu un supplément de fumure azotée sous la forme de nitrate de soude. Or, si cette addition a élevé le prix de la fumure de 48 francs, le produit s'est élevé de 844 fr. — 744 fr. = 100 fr. et le bénéfice a été de 238 fr. — 186 fr. 50 = 41 fr. 50.

Ainsi donc, dans les expériences poursuivies pendant ces deux années, la supériorité du nitrate de soude sur le sulfate d'ammoniaque est incontestable. Avec une dépense moindre en nitrate de soude on a obtenu un meilleur résultat qu'avec le sulfate d'ammoniaque.

En ce qui concerne la date d'emploi du nitrate de soude nous avions voulu montrer l'inconvénient de l'épandage d'automne en établissant les parcelles 6 et 7.

Dans le n° 6, épandage en mars, on a obtenu produit de. . . . . 696 fr.
— n° 7, épandage avant semaille, on a obtenu produit de . 680 fr.

Bien que la différence soit en faveur de l'application printanière, elle est très inférieure à ce qu'elle eût été en année normale où la hauteur d'eau tombée tant en hiver qu'au printemps est de beaucoup supérieure à celle de 1893. Cette constatation appuie ce que nous disions plus haut relativement à l'action de la sécheresse sur l'évolution du système radiculaire des plantes. Le nitrate répandu avant l'hiver a été un peu déplacé par les pluies, mais il n'a pas

été hors la portée des racines si celles-ci se sont enfoncées plus profondément ; d'autre part, celui du printemps n'a pas reçu suffisamment d'eau de pluie pour se diffuser également dans toute l'épaisseur du sol et à un certain moment les racines actives du blé se sont trouvées en dessous de la zone nitratée.

Ainsi le blé n'aurait pas profité intégralement du nitrate de printemps, et c'est ce qui expliquerait le faible écart constaté entre ces deux épandages.

Phosphates associés à l'azote et à la potasse. — Si on compare le nº 10 au nº 12, le nº 11 au nº 13, on constate que la fumure phosphatée aux scories, bien que d'un prix supérieur à celui de la fumure au phosphate précipité, a donné un produit brut moins élevé. Ainsi :

				Produit brut.	Bénéfice.
			fr. c.	fr. c.	fr. c.
Nº 10.	Fumures aux scories	valant	232 »	a donné 657 60	25 »
— 12.	— au phosphate précipité.	—	162 80	— 712 »	149 »
— 11.	— aux scories.	—	161 »	— 712 »	151 »
— 13.	— au phosphate précipité.	—	143 60	— 796 80	253 30

D'autre part, si on compare 10 à 15, 11 à 16, on voit :

Nº 15.	Fumure au superphosphate, valant. . .	157 50	a donné	744 »	186 50
— 16.	— — — — . . .	113 50	—	688 »	174 50

D'après cela, les scories ont été inférieures au superphosphate et le phosphate précipité paraît être aussi moins efficace que le précédent.

Fumure minérale complète à haute dose. — Dans le but de montrer que le produit des récoltes n'est pas proportionnel au stock de matières fertilisantes enfouies directement sous la forme de fumures, la parcelle 9 a reçu un engrais complet renfermant :

360 kilos d'acide phosphorique insoluble dans l'eau.
160 — d'azote ammoniacal.
292 — de potasse.

quantités bien supérieures à celles qu'une récolte de 40 hectolitres enlève au sol. Or, cette fumure valant 464 francs n'a pas donné plus de résultat que celle au superphosphate seul valant 45 francs, et vis-à-vis de la parcelle témoin l'excédent de produit n'a pu rembourser les frais énormes de fumure : il y a eu perte de 359 francs.

Peut-on attribuer ce faible rendement à la grande quantité de sulfate de potasse apportée? ou bien à l'insuffisance de l'azote dont la source ammoniacale s'est montrée dans toutes les expériences que nous avons faites jusqu'ici à Saint-Sauveur comme mauvaise pourvoyeuse de la plante? Il y a là une cause que nous ne voyons pas apparaître nettement.

Quoi qu'il en soit, ceci montre bien que la fertilité du sol ne s'improvise pas, qu'elle n'est pas seulement dépendante des fumures directes et qu'au contraire elle est la résultante de plusieurs actions combinées. Les façons mécaniques qui divisent le sol ou le bouleversent, répartissent les matières fertilisantes dans toute son épaisseur, en sorte que chaque particule terreuse a sensiblement la même composition que sa voisine et peut livrer à la plante une même somme de matières nutritives.

Il ne suffit donc pas d'enfouir une grande masse d'engrais, un grand capital dans un sol pour le rendre productif, il faut aussi du travail et du temps pour le mettre en œuvre et le faire fructifier. Aussi, dans la voie de la fertilisation, il faut aller modérément en sols pauvres; là surtout, l'art agricole consiste à donner à chaque facteur de cette fertilité la part qui lui revient, à maintenir entre eux un rapport convenable de façon à ce que chacun d'eux agisse au maximum. C'est par la méconnaissance de ce principe primordial que le cultivateur, en accordant à l'un de ces facteurs une prépondérance qui n'est pas justifiée par la puissance des autres, aboutit à des résultats désastreux.

Ainsi, dans notre exemple, il est probable que si cette masse de substances fertilisantes eût été répartie uniformément dans le sol par des défoncements, des labours répétés, comme cela a lieu dans les jardins, le résultat eût été différent.

En résumé, sur le blé d'automne, pendant ces deux années 1892-1893, les engrais minéraux azotés et phosphatés principalement ont été très avantageusement employés. Comme complément du fumier, le nitrate de soude a été le plus efficace, puis viennent les phosphates associés au nitrate et, parmi eux, les phosphates ayant subi des transformations chimiques paraissent préférables. Enfin les engrais potassiques, dont le prix est assez élevé, sont ceux dont on a tiré le moindre profit.

Effets des engrais minéraux complémentaires appliqués aux plantes fourragères.

Dans la Puisaye, où les bonnes prairies naturelles sont rares, les plantes fourragères sarclées ont une grande importance; elles constituent une ressource alimentaire d'autant plus précieuse que l'approvisionnement en fourrage sec est souvent insuffisant pour former à lui seul la ration d'entretien du nombreux bétail entretenu pendant l'hiver dans les étables. Aussi ces cultures sont bien faites généralement; toutefois nos expériences vont montrer clairement que l'emploi des engrais complémentaires sur les plantes fourragères peut être aussi avantageux que pour les cultures de céréales.

1° *Betteraves fourragères.* — 1892.

Ces betteraves succédaient à une année de jachère nue, mal labourée; en 1892, après plusieurs labours et façons de nettoyage, le sol a été fumé et, avant la formation des rayons, nous avons appliqué les engrais phosphatés et potassiques.

Les betteraves ont été semées en place le 5 mai, et la levée a été assez régulière. Nos essais ont été établis en vue de comparer :

1° L'action d'une fumure au fumier de ferme à haute dose à celle d'une fumure moyenne complétée par des engrais phosphatés;

2° L'action du nitrate de soude appliqué sur un sol non fumé et ensuite, comme supplément, à une haute dose de fumier;

3° L'influence des sels potassiques associés aux phosphates et au fumier.

Le nitrate de soude a été répandu à la volée, au moment où les betteraves prenaient leur sixième feuille, et par rayons isolés. On avait ainsi autant d'essais que de rangs. Les lots témoins étaient multipliés. Toute cause d'erreur venant du défaut d'homogénéité du sol était donc éliminée et la démonstration était plus saisissante.

Pendant la végétation, il y avait, entre les séries de rayons ayant reçu des engrais différents, un contraste frappant. La série au superphosphate a toujours été la plus vigoureuse, le phosphate précipité le suivait de près; puis venait la série au fumier à haute dose; les rangs nitratés, très vigoureux à côté de leur voisins,

étaient extrêmement démonstratifs. La série aux scories est demeurée longtemps languissante, analogue à la série sans engrais et fumier seul; ce n'est qu'en août qu'elle reprit quelque vigueur, mais jamais elle n'a pu être avantageusement comparée aux autres séries phosphatées.

A l'arrachage nous avons pesé directement toutes les racines des lots et les résultats, ramenés à l'hectare, sont réunis dans le tableau III.

Bien que la sécheresse n'ait pas permis d'atteindre les hauts rendements qu'on était en droit d'espérer dans quelques parcelles, on constate néanmoins l'heureuse influence des engrais minéraux azotés, phosphatés et potassiques, puisque, sous leur action, les rendements extrêmes présentent un écart de :

53.600 — 11.625 = 41.675 kilos.

A la dose de 40,000 kilos, le fumier seul n'a pas donné de meilleurs résultats qu'une simple fumure minérale de 200 kilos de nitrate de soude, et avec 20,000 kilos seulement, ce fumier, additionné de phosphates, a donné des rendements bien supérieurs.

1° *Nitrate de soude, sur sol sans fumier.* — D'après les chiffres contenus dans le tableau : 1 franc de nitrate de soude a occasionné un excédent de rendement de 328 kilos;

2° *Nitrate de soude ajouté au fumier à haute dose :* 1 franc de nitrate de soude a occasionné un excédent de rendement de 274 kilos. L'influence de l'azote nitrique a donc été très grande.

Nous ne pouvons exprimer avec autant de précision l'effet des phosphates, car la parcelle témoin, fumier seul 20,000 kilos, n'a pas été établie faute de place; mais on peut exprimer leur efficacité relative en rapprochant les rendements de chacun d'eux d'un rendement moyen obtenu en leur absence. En adoptant comme rendement de comparaison celui de la série fumier à haute dose, nos chiffres ne pourront être suspects d'exagération. D'après cela, on voit que :

1 fr. de superphosphate minéral a occasionné un excédent de rendement de 739 kil.
1 fr. de phosphate précipité a occasionné un excédent de rendement de 219 —
1 fr. de scories du Creusot a occasionné un excédent de rendement de . . 104 —
1 fr. de sulfate de potasse associé au superphosphate a occasionné un excédent de . . . . 324 —
1 fr. de sulfate de potasse associé au phosphate précipité a occasionné un excédent de . . . . 357 —
1 fr. de sulfate de potasse associé aux scories a occasionné un excédent de 163 —

TABLEAU III. — 1892. — **Influence des engrais appliqués aux betteraves fourragères**

	DÉSIGNATION DES FUMURES									
					FUMIER, 20.000 KILOS					
	Sans engrais	Nitrate de soude seul, 200 kil.	Fumier seul, 40.000 kil.	Fumier, 40.000 kil. et nitrate de soude, 200 kil.	Superphosphate minéral, 300 kil.	Superphosphate minéral, 300 kil. + sulfate de potasse, 100 kil.	Phosphate précipité, 160 kil.	Phosphate précipité, 160 kil. + sulfate de potasse, 100 kil.	Scories du Creusot, 100 kil.	Scories du Creusot, 1000 kil. + sulfate de potasse, 100 kil.
	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.
Prix de ces fumures minérales.	»	50 00	»	50 00	22 50	49 00	41 20	61 70	50 00	76 50
Désignation des variétés:	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.
Géante de Vauriac . .	12.800	25.600	27.200	52.000	49.444	50.400	44.800	43.200	38.650	46.400
Ovoïde des Barres. . .	6.128	21 600	27.600	37.760	48.800	52.800	42.800	73.400	41.600	42.400
Globe jaune	16.960	35 200	24.000	37.760	40.800	66.400	32 960	32.200	33.280	34.400
Mammouth	8.800	29.800	28.800	40.800	41.856	45.600	31.200	39 200	24.960	34.400
Moyenne générale des rendements suivant les parcelles différemment fumées . .	11.625	28.030	28.374	42.110	45.012	53.600	37.408	46.280	33.587	37.920

Au point de vue économique, le superphosphate l'emporte sur tous les autres engrais appliqués à la betterave.

Le tableau IV renferme les résultats obtenus avec des fumures semblables aux précédentes, appliquées aux carottes, navets, betteraves à sucre et maïs fourrage.

TABLEAU IV. — 1892.

DÉSIGNATION DES PLANTES	Sans engrais.	Fumier seul, 40.000 kil. à l'hect.	FUMIER 20.000 KILOS		
			Super-phosphate minéral, 300 kil.	Phosphate précipité, 160 kil.	Scories du Creusot, 1.000 kil.
Carottes.					
			fr. c.	fr. c.	fr. c.
Prix des fumures minérales.	»	»	22 50	41 20	50 00
	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.
Carotte blanche d'Urthe.	21.600	35.200	46.400	51.200	41.600
Rouge longue à collet vert.	8.400	20.800	35.200	44.800	20.800
Blanche des Vosges . .	15.200	30.400	41.600	35.200	36.800
Longue à collet vert. .	15.200	45.200	43.200	38.400	35.200
Navets.					
Navet gros long d'Alsace	»	45.000	70.000	52.000	55.000
Navet Turneps.	»	26.250	28.750	18.750	26.250
Navet de Norfolk. . . .	»	22.500	28.750	17.500	17.500
Navet de Freneuse. . .	»	17.500	18.750	13.500	13.500
Betteraves à sucre.					
Améliorée Vilmorin . .	9.040	21.600	28.400	20.000	19.600
Fouquier d'Hérouel . .	8.000	25.600	30.000	24.000	27.600
Klein Wauzleben . . .	4.800	24.000	29.600	23.600	19.200
Electorale Knauer . . .	7.200	31.600	35.600	30.400	25.600
Blanche à sucre allemande.	8.400	32.400	38.000	30.800	22.800
Maïs fourrage.					
Géant Caragua.	27.500	42.250	46.250	44.750	52.500

L'infériorité du fumier seul, à haute dose, sur les autres fumures, est toujours aussi accusée, mais les carottes n'ont pas accordé au superphosphate une action supérieure au phosphate



précipité. Les scories viennent encore en dernier lieu, comme on peut le voir pour les navets et les betteraves à sucre.

Le maïs n'offre pas les mêmes résultats, ils méritent d'être mis en relief.

Ainsi, sur le sol témoin sans engrais, il a donné un rendement relativement plus élevé que les plantes racines et l'addition d'engrais phosphatés, bien que très efficace, n'a pas eu le même coefficient d'accroissement que les betteraves.

Mais ce qui est surtout frappant, c'est la supériorité des scories à haute dose sur les autres phosphates solubles dans l'eau et les acides faibles. Ce fait constaté uniquement sur le maïs et pendant une année sèche et sur un sol sec paraît indiquer que l'état de combinaison de l'acide phosphorique est indifférent à cette plante

Le maïs est, en effet, une plante très épuisante et à grand pou voir assimilateur. Son faisceau radiculaire, extrêmement puissant, et très ramifié, prend possession presque complète du sol, et on peut dire qu'il est fort peu de particules terreuses qui ne soit en contact avec une surface absorbante des racines. Par conséquent, il est vraisemblable que cette plante profite de l'engrais, même lorsque sa répartition n'est pas parfaite comme cela arrive en employant les phosphates insolubles.

Il est donc très probable, dans le cas présent, que le haut rendement, constaté avec les scories, est dû uniquement à la dose plus élevée d'acide phosphorique apportée sous cette forme. Il eût été intéressant de constater si un résultat semblable aurait été obtenu avec un phosphate naturel, afin de savoir si, en dehors de l'effet dû à l'acide phosphorique, les scories n'ont pas une action particulière, attribuable soit aux autres substances qu'elles renferment, soit à la haute température à laquelle elles ont été portées.

C'est ce que nous essayons d'établir dans d'autres essais.

Quoi qu'il en soit, ce fait montre que, non seulement, il faut tenir compte de la nature du sol, calcaire ou non, cultivé ou de défrichement, fumé ou non avec du fumier, pour expliquer les effets des engrais phosphatés, mais qu'il faut aussi bien connaître le pouvoir assimilateur spécial de la plante.

Betteraves fourragères. — 1893.

En 1893, les betteraves fourragères ont été placées sur le sol occupé, en 1892, par l'avoine que nous avions soumises à diverses fumures sur 11 parcelles. Afin de rendre nos essais comparatifs, nous avons disposé nos engrais perpendiculairement au sens des parcelles de 1892, et, par cela même, nous avons pu observer si les engrais de 1892 ont eu quelque influence sur la culture suivante. Enfin, afin de nous rendre compte de la supériorité qu'on attribue ici au repiquage sur le semis, nous avons, sur chaque parcelle fumée spécialement, semé et repiqué par moitié. En 1893 plus encore qu'en 1892, la végétation des betteraves a été fort contrariée par la sécheresse. En août, toutes les feuilles du centre étaient mortes, et celles de la périphérie desséchées; ce n'est qu'en septembre que d'autres feuilles sont nées et ont pu achever la maturation, en octobre.

Des nombreuses pesées faites à la récolte nous avons déduit les rendements à l'hectare dus aux fumures directes, et, par des moyennes, on peut aussi évaluer l'influence des engrais appliquées l'année précédente.

Le tableau V renferme tous ces résultats numériques.

Les séries 2 et 3 de 1893 ne sont pas comparables aux autres, car, sur une largeur de plus d'un mètre, le sol ayant été enlevé en partie antérieurement, il en résulta, qu'en été, la végétation s'arrêta, faute d'humidité.

Néanmoins, en tenant compte de ce que, par suite de cet accident de terrain, le rendement de ces séries est inférieur d'au moins un septième, on peut voir, en comparant 1 à 2, que les sels potassiques ont agi d'une façon favorable sur le rendement. On peut estimer à 5,000 kilos environ l'excédent dû à ces engrais.

De semblables raisons nous autorisent à attribuer au phosphate de l'Auxois à la dose de 1,024 kilos une action à peu près identique à celui de 544 kilos de superphosphate d'os. Enfin, la fumure aux scories, qui revient au prix le plus élevé, a donné des rendements inférieurs aux autres phosphates.

D'après la disposition de nos essais chaque parcelle de betteraves, quoique fumée en 1893 d'une façon homogène, présentait cependant d'une extrémité à l'autre des différences sur la quantité

d'éléments fertilisants contenus dans le sol. Aussi les fumures appliquées à l'avoine de 1892 ont produit sur les betteraves de 1893 des effets très sensibles.

Les portions de parcelles à engrais complet ont donné le meilleur résultat, puis les engrais phosphatés ont eu un effet sur le rendement qui s'est traduit ainsi qu'il suit :

	Repiquées.	Semées.
	q. m.	q. m.
Superphosphate.	43.567	29.983
Phosphate précipité	38.727	24.265
Phosphate naturel (Ardennes). .	38.712	24.582
Scories	41.365	23.210
Phosphate de l'Oise	33.031	24.265

D'après cela, on voit qu'un an après leur application, les phosphates les plus solubles ont encore une action plus marquée que les autres, mais, ici, les scories paraissent analogues au superphosphate, et, de tous, le moins assimilable est le phosphate de l'Oise.

Ces résultats concordent avec ceux obtenus sur l'avoine de 1892 où le phosphate de l'Oise n'avait pas paru avoir la moinde efficacité.

Semis et repiquage. — Si on constate, en jetant un coup d'œil sur le tableau V, l'influence des fumures antérieures et directes sur le rendement, on est surtout frappé des différences entre les rendements obtenus par le repiquage et le semis faits dans des conditions identiques de fumures. Partout il y a, en faveur de la méthode du repiquage, un excédent d'au moins un tiers sur produit brut total des parcelles semées.

Cet écart aurait pu être encore plus considérable, car nous avons fait repiquer, en sol sec, sans arrosage préalable, ni consécutif, contrairement à ce qu'on a fait un peu partout dans la région. Aussi la reprise a été lente, les betteraves ont langui, et ce n'est qu'un mois après qu'elles ont pu végéter normalement.

Néanmoins, malgré ce repiquage sans soins, on voit qu'entre ces deux modes de culture la préférence accordée depuis longtemps au repiquage est des plus justifiées dans ces sols de la Puisaye.

Tableau V. — 1893. — **Betteraves fourragères.**

FUMURES APPLIQUÉES en 1892 pour l'avoine qui a précédé les betteraves.	FUMURES MINÉRALES APPLIQUÉES DIRECTEMENT EN 1893.								MOYENNE générale des rendements considérés suivant les parcelles différemment fumées en 1892.	Rendement de l'avoine en 1892.
	Superphosphate d'os, 544 kilos. Nitrate de soude, 320 kilos. Prix, 142 fr.[1]		Superphosphate d'os, 544 kil. Nitrate de soude, 320 kilos. Kainite, 416 kilos. Prix, 178 fr.		Phosphate de l'Auxois, 1.024 kilos. Nitrate de soude, 320 kilos. Kaïnite, 416 kilos. Prix, 193 fr. 15.		Scories de Joeuf, 1.600 kilos. Nitrate de soude, 320 kilos. Kaïnite, 416 kilos. Prix, 196 fr. 35.			
	Semées.	Repiquées.	Semées.	Repiquées.	Semées.	Repiquées.	Semées.	Repiquées.		q. m.
Sans engrais	20.800	32.570	21.350	35.350	16.710	36.780	8.140	27.140	Repiquées. 32.985 Semées. . 16.760	13 »
Engrais complet. { Scories. Sulfate de potasse. Nitrate de soude. Prix, 102 fr.	25.850	48.570	31.000	53.210	27.070	48.710	24.280	43.570	Repiquées. 48.515 Semées. . 27.050	21 50
Engrais complet identique sauf la potasse apportée par du chlorure de potassium. Prix, 98 fr. 20.	32.140	49.640	29.640	54.380	24.920	49.900	26.800	42.500	Repiquées. 49.105 Semées. . 28.350	21 »
Superphosphate minéral. Nitrate de soude. Prix, 77 fr. 50.	31.750	42.500	37.143	46.420	33.900	45.350	27.140	40.000	Repiquées. 43.567 Semées. . 29.983	19 »

Phosphate de l'Oise. Nitrate de soude. Prix, 79 fr. 50.	24.280	34.640	23.570	31.750	27.070	34.870	21.430	31.000	Repiquées. 33.031 Semées. . 24.087	15 »
Phosphate précipité. Nitrate de soude. Prix, 122 fr. 62.	23.570	41.420	25.350	31.000	25.640	44.640	22.500	37.850	Repiquées. 38.727 Semées. . 24.265	18 »
Phosphate naturel. Nitrate de soude. Prix, 84 fr.	22.850	37.140	24.280	36.780	20.710	38.930	22.500	42.000	Pepiquées. 38.712 Semées. . 22.583	17 50
Scories du Creusot. Nitrate de soude. Prix, 75 fr. 30.	27.140	50.350	21.430	38.930	22.850	35.370	21.430	40.710	Repiquées. 41.363 Semées. . 23.210	17 50
Sulfate d'ammoniaque seul. Prix, 31 fr. 10.	21.070	33.210	20.430	35.140	20.280	30.560	18.000	30.000	Repiquées. 32.477 Semées. . 19.945	12 50
Nitrate de soude seul. Prix, 32 fr. 50.	21.610	33.210	20.570	35.150	20.280	30.800	16.500	30.000	Repiquées. 32.296 Semées. . 19.740	12 50
Sans engrais.	21.500	33.000	22.500	34.500	19.000	28.000	19.500	26.000	Repiquées. 30.375 Semées. . 18.125	12 »
Moyenne des rendements dans les parcelles fumées en 1893.	24.778	39.659	24.296	39.146	23.492	38.537	19.838	35.524		

1. Les engrais sont évalués : superphosphate d'os, 17 p. 100 d'acide phosphorique total, 11 fr. 50; phosphate Auxois, 63 p. 100 d'acide phosphorique, 7 fr. 50; scories, 5 fr. 100 kil.; nitrate de soude, 25 fr.; kaïnite, 8 fr. 50.

Pommes de terre 1892.

Les expériences ayant pour but de mettre en lumière l'influence qu'exercent les engrais sur l'abondance de la récolte des pommes de terre exigent plus de soins, de précautions et de précision que pour les autres plantes; en effet, la densité et le volume de la semence agissent sur le rendement, toutes autres conditions étant identiques, dans une mesure comparable à celle des engrais. Si l'on songe qu'en outre, l'espacement et le nombre de pieds sur une surface donnée influent sur le rendement, on voit que les expériences en grand sur les pommes de terre sont très minutieuses. Il faut en effet :

1° Planter, dans chaque parcelle, un même nombre de pieds également espacés;

2° Planter des tubercules de même volume et de même densité de façon à ce qu'il y ait le même poids de semence sur une surface donnée.

Nous nous sommes efforcé de réunir ces conditions, et les rendements obtenus sont relatifs à plusieurs variétés dont nous avons choisi les tubercules moyens comme semenceaux.

1° *Richters' Imperator.*

	FUMIER	FUMIER : 20.000 kil.		
	20.000 kil. seul.	Sulfate de potasse, 150 kil. Prix : 39 fr. 75.	Super-phosphate, 300 kil. Prix : 22 fr. 50.	Phosphate précipité, 160 kil. Prix : 41 fr. 20.
	kil.	kil.	kil.	kil.
Rendement. . .	25.200	30.600	31.400	32.900

Dans cet essai, les engrais potassiques ont été notoirement efficaces, mais sous cette forme la dépense en engrais est moins avantageuse que sous celle de phosphates.

2° *Effets des engrais azotés et phosphatés sur le rendement de plusieurs variétés.* Le tableau VI renferme les résultats obtenus par l'emploi des engrais azotés et phosphatés sur six variétés.

Si on rapproche les résultats obtenus avec la *Richters' Imperator* de ceux de la première expérience, l'effet du nitrate de soude seul comme complément du fumier apparaît nettement. Avec le fumier seul on a obtenu un rendement de 25,200 kilos; avec fumier et nitrate, on a obtenu un rendement de 32,200 kilos.

TABLEAU VI. — 1892. — Pommes de terre.

DÉSIGNATION des variétés.	FUMIER, 20.000 KILOS								
	NITRATE DE SOUDE 150 kilos. Prix, 37 fr. 50.			SCORIES DU CREUSOT 600 kilos, Nitrate de soude 150 kilos. Prix, 67 fr. 50.			SCORIES DU CREUSOT 600 kilos. Sulfate d'ammoniaque 150 kilos. Prix, 76 fr. 65.		
	Moyens et gros.	Petits.	Total.	Moyens et gros	Petits.	Total.	Moyens et gros	Petits.	Total.
Richter's Imperator	32.200	»	32.200	30.800	»	30.800	37.800	»	37.800
Red skinned	25.200	1.400	26.600	37.100	2.800	39.900	37.800	2.100	39.900
Magnum bonum	23.800	5.600	29.400	31.500	5.600	37.100	30.800	5.600	36.400
Vander Weer	21.000	2.800	23.800	25.200	»	25.200	23.800	2.800	26.600
Chardon	7.000	11.200	18.200	16.800	7.000	23.800	18.200	4.200	22.400
Rubannée du pays	19.000	5.000	24.000	14.000	4.000	18.000	19.500	5.500	25.000

Les chiffres du tableau VI indiquent en outre que l'apport d'acide phosphorique sous la forme de scories a été aussi efficace que sous la forme de superphosphate.

Sous ce rapport, les pommes de terre sont analogues au maïs; mais, sur la valeur relative des diverses fumures azotées, il est plus difficile de se prononcer, les rendements étant très voisins dans notre expérience. Cependant, au point de vue économique, il n'en demeure pas moins évident que la fumure au nitrate de soude a été plus avantageuse que celle au sulfate d'ammoniaque.

Cultures de 1893. — Nous avons employé en 1893 une dose de fumier beaucoup plus petite qu'en 1892, 9,000 kilos à l'hectare, et nous l'avons complétée par des engrais minéraux différents.

Le tableau VII renferme les résultats obtenus.

La série 4 n'est pas comparable aux autres pour la raison que nous avons indiquée plus haut, au sujet des betteraves de 1893, relativement au défaut accidentel d'homogénéité du sol. On peut estimer à près de 1/5e de la récolte l'abaissement de rendement dû à cette cause.

Dans cette expérience, on voit que si la fumure minérale est dépourvue d'acide phosphorique, on n'atteint pas les rendements qu'on peut obtenir avec la fumure minérale complète. En outre, si on compare les séries 3 et 5, on constate en faveur de la formule 3 une supériorité au point de vue du rendement. Malheureusement, on ne sait, faute d'élément de comparaison, si l'on doit attribuer cette supériorité à la haute dose d'acide phosphorique du phosphate précipité ou bien au sulfate de potasse qui, ici, s'est toujours montré supérieur au chlorure de potassium.

Les nombreuses déterminations exécutées avec le féculomètre Aimé Girard et Fleurant, ont montré que la série 3 a donné les taux de fécule les plus élevés, quelles que soient les variétés. Un exemple entre tous suffira à le montrer.

La pomme de terre Bismarck accusait une teneur moyenne de 19.5 p. 100 dans le n° 5. Dans le n° 4, ce taux s'élève à 21; dans la série 3, il atteint 24.5 et, dans la série 2, il n'est pas descendu plus bas que 23.90.

Fait digne de remarque, la série 2, pour toutes les variétés, accuse au féculomètre un taux un peu inférieur à celui de la série 3, mais toujours supérieur à ceux des autres séries; or, nos nombreuses déterminations, par leur concordance, semblent indiquer que la

Tableau VII. — 1893. — Pommes de terre.

		FUMIER seul, 9.000 kil.	FUMIER, 9.000 KILOS. Nitrate de soude et chlorure de potassium.	FUMIER, 9.000 KILOS. PHOSPHATE PRÉCIPITÉ 300 kilos. Nitrate de soude, 200 kil. Sulfate de potasse, 200 kil.	FUMIER, 9.000 KILOS. PHOSPHATE PRÉCIPITÉ 300 kilos. Nitrate de soude, 200 kil. Kaïnite, 300 kil.	FUMIER, 9.000 KILOS. Superphosphate, 600 kil. Kaïnite, 300 kil. Nitrate de soude, 200 kil.
Canada	Grosses	»	1.475	650	1.750	1.375
	Moyennes	»	15.625	18.625	14.500	12.250
	Petites	»	4.000	3.250	3.500	6.500
Total		»	21.100	22.525	19.750	20.125
Richter's Imperator	Grosses	5.500	2.250	1.500	750	3.125
	Moyennes	9.000	17.125	20.000	17.500	13.625
	Petites	»	3.500	4.750	4.000	5.500
Total		14.500	22.875	26.250	22.250	22.250
Géante bleue	Grosses	»	375	1.375	750	2.875
	Moyennes	13.571	15.750	19.625	16.000	12.250
	Petites	»	3.250	4.375	3.875	6.500
Total		13.571	19.375	25.375	20.625	21.625
Bismarck	Grosses	5.400	»	»	1.750	»
	Moyennes	4.500	6.625	1.750	»	6.000
	Petites	»	9.000	20.625	14.875	7.250
Total		9.900	15.625	22.375	16.625	13.250
Meilleure de Bellevue	Grosses	7.500	»	»	50	1.500
	Moyennes	2.250	14.375	15.750	12.625	8.000
	Petites	»	4.625	8.000	6.625	5.700
Total		9.750	19.000	23.750	19.300	15.200
Magnum bonum	Grosses	600	1.625	1.000	500	1.875
	Moyennes	10.600	15.750	16.250	15.750	11.500
	Petites	2.000	4.625	9.375	6.750	9.500
Total		13.200	22.000	26.625	23.000	22.875

teneur en fécule n'est pas influencée par l'acide phosphorique dans la même mesure que par les sels potassiques.

Or, dans l'état actuel de la science, c'est sur l'activité chlorophyllienne qu'on attribue à la potasse une action importante, elle se traduit donc par une plus grande production d'hydrates de carbone; comme dans la pomme de terre ceux-ci dominent, il n'y a rien de surprenant à ce que les engrais potassiques aient, sur cette plante, une action marquée sur le rendement, alors même qu'elle serait douteuse ou peu avantageuse sur les autres.

CONCLUSION

De l'ensemble de ces résultats obtenus en deux années sèches, on peut affirmer que l'usage des engrais minéraux complémentaires est avantageux dans les sols de la Puisaye analogues au nôtre.

Mais si on a constaté que tous, azotés, phosphatés et potassiques ont donné de bons résultats, il n'en ressort pas moins qu'il faut entre eux faire un choix :

1° Les engrais azotés et phosphatés employés seuls ont été avantageux ;

2° Parmi les premiers, le nitrate de soude, ajouté au fumier seul, ou aux engrais minéraux seuls a été très rémunérateur à la dose de 150 kilos à l'hectare;

3° Le sulfate d'ammoniaque pendant des années sèches n'a donné que des mécomptes;

4° Parmi les phosphates, le superphosphate a eu, presque partout, une supériorité sur le phosphate précipité, et seules les scories dans la série des phosphates tribasiques paraissent recommandables;

5° L'usage des engrais complets est à rejeter, parce qu'en général ils apportent une substance, la potasse, qui est à peu près inutile quand on a un sol régulièrement fumé au fumier de ferme, et de plus l'azote ammoniacal qu'ils apportent est le moins efficace de toutes les formes azotées ; enfin, ils élèvent le prix de la fumure à un taux disproportionné avec les résultats qu'on en obtient.

Par conséquent, dans l'état actuel du marché, et étant donné que les tarifs des chemins de fer majorent considérablement le prix de l'unité de substance fertilisante si l'engrais est pris à une

usine éloignée, seuls les engrais à dosage élevé et rapidement assimilables tels que les superphosphates et le nitrate de soude sont à recommander aux petits cultivateurs de la Puisaye, qui exploitent comme fermiers ou métayers. Cette catégorie d'exploitants dispose de très faibles avances, d'un capital d'exploitation insuffisant, et leur crédit est bien précaire pour ne pas dire illusoire. Quand vient l'époque de la semaille, ils s'aperçoivent seulement de l'insuffisance du fumier dont ils disposent. A ces imprévoyants, le nitrate de soude et les superphosphates conviennent, et, à petite dose, à peu de frais, ces engrais sont très avantageux.

Pour les autres, propriétaires ou fermiers plus riches, il est probable que l'enrichissement du sol en acide phosphorique, par les scories, serait le meilleur mode à conseiller dans ces sols, qui sont pauvres en calcaire et où les marnages, malgré leur prix de revient élevé, sont encore pratiqués avec avantage.

Sur des sols siliceux, pierreux, dérivés des grès ferrugineux, nous avons en ce moment, dans de nouvelles expériences, une végétation aussi belle dans les parcelles à scories que dans celles à superphosphates et à phosphates précipités.

Mais les phosphates de l'Oise, de l'Auxois et des Ardennes n'ont aucunement agi jusqu'à ce jour: la végétation est extrêmement souffreteuse et ne présente pas de différence avec les parcelles témoins sans phosphates.

REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

Chimie agricole.

Détermination des matières minérales assimilables par les plantes, par M. Bernard Dyer[1], traduit librement de l'anglais, par M. Demoussy. — L'analyse chimique du sol qui avait été considérée autrefois comme devant rendre à l'agriculture les plus signalés services, fut bientôt reconnue comme seulement susceptible de fournir des indications utiles sans pouvoir conduire à des règles absolues. Ainsi le fait qu'un sol contient moins d'acide phosphorique qu'un autre en bon état de culture, indique qu'il est probable que ce sol bénéficiera de l'emploi des engrais phosphatés, et, en général,

1. *Journal of the Chemical Society*, vol. LXV, mars 1894.

ces prévisions sont justifiées par l'expérience. Inversement, lorsque la proportion d'acide phosphorique ou de potasse est très forte, on ne devra pas hésiter à conclure à la non-efficacité des phosphates ou des sels de potasse sur le sol en question. Mais dans la plupart des cas l'analyse d'une terre est impuissante à nous révéler les quantités de matières utiles aux plantes que cette terre renferme. En réalité nous avons l'analyse élémentaire du sol, la quantité totale des divers éléments contenus, sans indication aucune, quant à la proportion de ces éléments qui se trouve à la disposition des végétaux.

Un nombre considérable d'expériences agricoles montre que les quantités totales d'acide phosphorique, de potasse ou d'azote ne peuvent indiquer le degré exact de fertilité d'un sol sans nous dire ce qui est immédiatement assimilable par les plantes.

L'intérêt qu'il y aurait à trouver une méthode sûre pour déterminer les proportions d'aliments réels est énorme; aussi les expérimentateurs n'ont pas fait défaut; MM. Berthelot, Dehérain, Lawes et Gilbert, Fresenius, Maercker, Petermann, Voelcker, Wagner, etc., ont fourni des documents d'une grande importance.

M. B. Dyer a été amené à son tour à diriger ses recherches sur ce sujet par sir H. Gilbert, qui lui a rappelé un travail de H. Liebig sur la terre de Rothamsted en 1872. Liebig avait trouvé que les acides faibles, acide acétique et acide nitrique étendus, enlevaient au sol de diverses parcelles des quantités d'acide phosphorique et de potasse très différentes suivant les engrais que les parcelles avaient reçus, engrais toujours les mêmes depuis près de trente ans.

Les expériences de M. Dehérain en 1881 [1] et en 1892 [2] sur les relations entre la fertilité de la terre de Grignon et la proportion d'acide phosphorique soluble dans l'acide acétique, ont été corroborées par celles de Vogel et d'autres expérimentateurs qui ont fait usage de réactifs faibles.

Tout le monde est en effet d'accord aujourd'hui pour reconnaître que l'usage des acides énergiques dans l'analyse des terres ne peut pas indiquer ce que le sol contient de nourriture pour les plantes; on doit avoir recours à des agents moins énergiques; la même opinion prévaut également pour les engrais.

En 1884, Stutzer s'est élevé contre l'usage, généralement adopté, d'une solution de citrate d'ammoniaque pour la détermination de l'acide phosphorique assimilable dans les engrais. Stutzer, d'accord avec Tollens, préconisait l'acide citrique en solution à 1 p. 100; les résultats de ces analyses concordent assez bien avec les résultats obtenus au champ d'expérience par l'emploi des engrais en question, tandis qu'il y a peu de rapport entre la valeur de l'engrais déterminée pratiquement et celle qu'indiquait le citrate d'ammoniaque.

M. Dyer avait d'abord essayé sur quelques terres l'action de l'eau pure, de l'eau chargée d'acide carbonique, du citrate d'ammoniaque à diverses concentrations, en faisant varier la durée du contact et la proportion de

1. *Annales agronomiques*, tome VI, p. 392.
2. *Ibid.*, tome XVII, p. 445.

dissolvant; il a été finalement conduit à l'emploi de solutions d'acide citrique à 1 p. 100, d'abord par la considération des faits donnés par Tollens et par Stutzer, puis par ses recherches sur l'acidité du suc des racines.

Il a déterminé pour un grand nombre de plantes, plus de cent, l'acidité des racines et l'acidité de leur suc, c'est-à-dire la quantité d'acide p. 100 de racines fraîches et la quantité d'acide p. 100 d'eau dans les racines. Cette acidité est exprimée en acide citrique, ce corps ayant été rencontré dans beaucoup de racines par différents auteurs, et ayant été employé comme agent dissolvant pour les terres et les engrais par divers agronomes. On peut regretter que M. Dyer n'ait pas poussé son travail plus loin et n'ait pas recherché la nature des acides des racines; peut être y aurait-il là des indications précieuses. Quoi qu'il en soit, les résultats obtenus sont d'un extrême intérêt, et, sans donner tous les chiffres de l'auteur, nous reproduirons les moyennes obtenues pour chaque famille.

Acidité du suc des racines.

FAMILLES	NOMBRE d'individus examinés.	ACIDITÉ DU SUC DES RACINES EN ACIDE CITRIQUE		
		Moyennes. p. 100.	Extrême p. 100.	p. 100.
—	—	—	—	—
Rosacées	4	3.40	1.86	5.53
Plombaginées	2	2.19	2.03	2.34
Onagrariées	2	2.04	1.97	2.10
Renonculacées	2	1.13	1.11	1.14
Boraginées	1	1.00	»	»
Caryophyllées	4	0.89	0.80	1.14
Arialacées	2	0.88	0.70	1.05
Légumineuses	9	0.88	0.34	1.55
Crucifères	25	0.80	0.37	1.42
Scrophulariées	3	0.73	0.47	1.16
Primulacées	2	0.68	0.63	0.73
Ombellifères	5	0.67	0.33	1.10
Composées	4	0.63	0.46	0.76
Campanulacées	2	0.62	0.55	0.68
Graminées	20	0.62	0.28	1.06
Tropéolées	1	0.57	»	»
Chénopodiacées	8	0.52	0.25	0.70
Dipsacées	2	0.44	»	»
Liliacées	4	0.36	0.17	0.62
Solanées	1	0.34	»	»

L'acidité moyenne pour la centaine de plantes examinées correspond à 0.85 p. 100. Si on calcule l'acidité moyenne pour chaque famille (les plantes appartenaient à vingt familles différentes), puis que l'on prenne la moyenne de ces moyennes, on trouve 0.91 p. 100.

Les résultats justifient donc l'emploi, comme réactif dissolvant, d'une solution d'acide citrique à 1 p. 100.

M. Dyer a employé ce réactif pour l'étude du sol de vingt-deux parcelles de Hoos Field à Rothamsted; cette partie du domaine a été cultivée en orge d'une façon continue depuis 40 ans avec des engrais divers, mais toujours

les mêmes pour une même parcelle. L'histoire de ce champ est parfaitement connue, à tel point que l'on peut prédire, pour une saison moyenne, quelle sera la récolte, connaissant l'engrais employé; inversement la considération du rendement permet de deviner la nature de l'engrais répandu; ces deux facteurs, fumure et rendement, donnent une notion assez exacte de la fertilité du sol. Il s'agit de trouver un mode d'analyse du sol pouvant fournir un troisième facteur.

Dans ces terres séchées à l'air, l'auteur a déterminé l'acide phosphorique total, la potasse totale, et les quantités de ces éléments solubles dans l'acide citrique à 1 p. 100. Sans entrer dans le détail des méthodes analytiques employées, nous pourrons les résumer brièvement, elles peuvent être utiles dans certains cas.

Pour la détermination de l'acide phosphorique, la solution chlorhydrique de la terre est concentrée puis traitée *à froid* par un excès de nitro-molybdate d'ammoniaque; au bout de 48 heures le précipité est recueilli sur un filtre, lavé à l'eau acidulée, puis dissous dans de l'ammoniaque; la solution est reçue dans une capsule de platine tarée, évaporée au bain-marie et séchée à 100 degrés jusqu'à ce que le poids ne varie plus; le résidu contient 3.5 p. 100 d'acide phosphorique. M. Dyer considère ce procédé comme étant d'une grande précision.

Le dosage de la potasse comportait deux opérations distinctes. La terre était d'abord attaquée par de l'acide chlorhydrique; la solution, réunie aux eaux de lavages, est évaporée et calcinée; on reprend par l'acide chlorhydrique et on concentre très lentement en présence d'un grand excès de chlorure de platine; le chloroplatinate se dépose parfaitement sans qu'il soit nécessaire d'éliminer le fer, l'alumine et la chaux qui se trouvent quelquefois en grandes quantités; on termine ensuite par le procédé classique. Naturellement on ne peut pas appliquer cette méthode si on désire en même temps doser la soude. La potasse contenue dans la solution est ainsi déterminée rigoureusement; mais les résultats obtenus varient beaucoup avec la proportion d'acide employée et avec la durée de l'attaque; il a été impossible d'obtenir des chiffres concordants.

Pour déterminer la potasse totale, le résidu de l'attaque par l'acide chlorhydrique est broyé dans un mortier d'agate, puis chauffé au rouge avec un excès de carbonate de chaux pur et un peu de chlorhydrate d'ammoniaque. La masse est lavée à l'eau chaude, puis calcinée à nouveau avec une nouvelle quantité de sel ammoniac; le traitement est répété une troisième fois. Dans les eaux de lavage on détermine la potasse d'après la méthode indiquée.

Les opérations avec l'acide citrique étaient conduites de la façon suivante : Un poids de terre séchée à l'air, correspondant à 200 grammes de terre séchée à 100 degrés, était placé dans un flacon avec 2 litres d'eau contenant 20 grammes d'acide citrique[1]; on laissait les matières en contact pendant 7 jours en agitant fréquemment. Les analyses étaient alors faites sur

1. Dans le cas où la terre est calcaire, on doit naturellement mettre en plus une quantité d'acide citrique correspondante à la chaux à neutraliser.

		SÉRIE 1 Pas de MATIÈRES minérales.	SÉRIE 2 PHOSPHATES Pas de potasse.	SÉRIE 3 POTASSE Pas de phosphates.	SÉRIE 4 POTASSE et PHOSPHATES
Moyenne des récoltes d'orge pour 38 années	Grain	25 hl. 5	34 hl. 9	27 hl. 4	85 hl. 3
	Paille	2.040 kg.	2 700 kg.	2.230 kg.	2.980 kg.
Récoltes en 1890	Grain	22 hl. 5	32 hl. 3	21 hl. 9	34 hl. 6
	Paille	1.528 kg.	2.150 kg.	1.650 kg.	2.420 kg.
Acide phosphorique total	Par kilo de terre	1 gr. 02	1 gr. 75	1 gr. 08	1 gr. 80
	A l'hectare	2.875 kg.	4.958 kg.	3.060 kg.	5.093 kg.
Acide phosphorique soluble dans l'acide citrique	Par kilo	0 gr. 063	0 gr. 428	0 gr. 094	0 gr. 498
	A l'hectare	179 kg.	1.220 kg.	265 kg.	1.411 kg.
Potasse totale	Par kilo	13 gr. 96	14 gr. 56	15 gr. 58	15 gr. 98
	A l'hectare	39.540 kg.	41.250 kg.	44.160 kg.	45.270 kg.
Potasse soluble dans l'acide chlorhydrique	Par kilo	1 gr. 95	1 gr. 96	2 gr. 61	2 gr. 72
	A l'hectare	5.520 kg.	5.540 kg.	7.400 kg.	7.690 kg.
Acide phosphorique soluble dans l'acide citrique	Par kilo	0 gr. 037	0 gr. 040	0 gr. 394	0 gr. 303
	A l'hectare	104 kg.	114 kg.	1.094 kg.	860 kg.

500 centimètres cubes du liquide filtré, représentant 50 grammes de terre sèche. Le liquide était évaporé à sec et légèrement calciné; on reprenait par l'acide chlorhydrique et on terminait l'analyse comme à l'ordinaire.

Parmi les nombreux tableaux donnés par M. Dyer, nous avons reproduit celui de la page 295, qui résume bien les résultats des analyses mis en comparaison avec les récoltes d'orge obtenues sur les parcelles considérées. On y a condensé ce qui est relatif à la fois à l'acide phosphorique et à la potasse. Les chiffres qui y sont contenus sont les moyennes des quantités d'acide phosphorique et de potasse, à différents états, renfermées dans 1 kilogramme de terre sèche, et aussi calculées à l'hectare pour une profondeur de 23 centimètres. Le tableau indique en même temps les récoltes moyennes pour trente-huit années de culture et les récoltes obtenues en 1890. Il y a quatre séries de quatre parcelles chacune, dont trois ont reçu des engrais azotés. Les parcelles de la série 1 n'ont reçu aucune matière minérale, sauf du nitrate de soude dans certains cas; dans la série 2, le sol a reçu des phosphates sans autres matières minérales; les parcelles de 3 ont eu des matières minérales, potasse, soude, magnésie, sans acide phosphorique; enfin, pour la série 4 on avait employé des phosphates et des sels minéraux. Les données relatives aux engrais et aux récoltes sont extraites des registres du domaine de Rothamstéd.

Nous examinerons séparément ce qui se rapporte à l'acide phosphorique et à la potasse.

Les terres qui n'ont pas reçu de phosphates contiennent en moyenne 1 gr. 06 d'acide phosphorique par kilogramme, tandis que celles qui ont reçu des phosphates en renferment 1 gr. 78; ces quantités sont dans le rapport de 1 à 1.7. La différence est notable comme l'on devait s'y attendre, puisque pendant ces 38 années de culture, les récoltes ont enlevé environ 560 kilos d'acide phosphorique à l'hectare aux parcelles non phosphatées; les autres en ont perdu 896 kilos d'une part, mais en ont reçu 2,800 kilos d'autre part à l'état de superphosphates.

Mais cette différence, si forte qu'elle soit, ne nous renseigne qu'incomplètement; on voit que les terres non phosphatées contiennent encore 3,000 kilos d'acide phosphorique total à l'hectare, 2,000 kilos de moins que les terres des parcelles phosphatées ; or, une récolte d'orge ne contient pas plus de 25 kilos d'acide phosphorique, quantité insignifiante par rapport à celle qui existe encore dans le sol.

Considérons maintenant la teneur des terres en acide phosphorique soluble dans l'acide citrique. Pour les parcelles sans phosphate, la teneur moyenne est 0 gr. 078, tandis qu'elle est de 0 gr. 463 pour les parcelles ayant reçu des superphosphates; ces nombres sont entre eux comme 1 et 6.

En considérant ces chiffres on comprend les différences observées par les récoltes sans qu'il y ait lieu d'insister.

On remarquera que les parcelles qui ont reçu des sels minéraux sans acide phosphorique ont fourni de meilleures récoltes que celles qui n'ont reçu ni sels minéraux, ni phosphates; la teneur en acide phosphorique total est à peu près la même dans les deux cas, mais les parcelles à engrais minéraux renferment un peu plus d'acide phosphorique soluble dans l'acide

citrique; il est fort possible que cela soit dû à une faible dissolution des phosphates du sol par les sels minéraux introduits.

De même les parcelles fumées avec des phosphates et des engrais minéraux sont plus riches en acide phosphorique soluble dans l'acide citrique que celles qui n'ont reçu que des phosphates; les récoltes y sont aussi meilleures.

Deux parcelles ont reçu du fumier de ferme, l'une sans interruption depuis 38 ans, l'autre pendant les 20 premières années seulement : la terre de la première contient 1 gr. 76 d'acide phosphorique total par kilogramme, tandis que l'on n'en trouve que 1 gr. 34 dans la seconde. Avec ces seuls nombres pour se guider, on ne serait nullement tenté de regarder un de ces sols comme manquant d'acide phosphorique. Mais si l'on recherche quelle est pour chacun d'eux la proportion d'acide phosphorique soluble dans l'acide citrique, on trouve 0 gr. 44 et 0 gr. 20; la première parcelle est deux fois aussi riche que la seconde; elle porte des récoltes deux fois aussi fortes, 47 kilos de grain contre 20 kilos en 1890; mais il y a naturellement d'autres causes de supériorité.

Connaissant l'histoire complète du champ depuis 38 ans, M. Dyer a pu évaluer les quantités d'acide phosphorique enlevées par les récoltes, ainsi que celles apportées sous forme de phosphates, et il a déterminé par le calcul l'appauvrissement ou l'enrichissement du sol de quelques parcelles. Il a trouvé par exemple qu'une parcelle ayant constamment reçu des superphosphates devait renfermer à l'hectare 2,240 kilos d'acide phosphorique de plus qu'une parcelle n'ayant jamais reçu de phosphates; or, l'analyse des terres a montré que cette différence était en réalité de 2,410 kilos; les nombres sont aussi concordants que possible.

On a également pu comparer ces chiffres à ceux fournis par l'analyse d'échantillons prélevés en 1868 et en 1882.

Le sous-sol (à 23 centimètres) ne paraît pas avoir changé de composition, quant à sa teneur en acide phosphorique, depuis plus de vingt ans.

Les principaux résultats relatifs aux dosages de potasse sont également consignés dans le tableau.

Les dosages de potasse totale ne nous indiquent rien, pas plus que ceux de la potasse soluble dans l'acide chlorhydrique. Les taux de potasse totale dans les parcelles sans potasse et dans celles ayant reçu des sels alcalins, sont entre eux comme 1 et 1.07; pour la potasse soluble dans l'acide chlorhydrique on aurait le rapport de 1 à 1.36. Pour la potasse soluble dans l'acide citrique, on trouve 0 gr. 038 par kilo pour les parcelles sans engrais potassiques et 0 gr. 348 pour celles qui ont reçu des sels de potasse; ces nombres sont entre eux comme 1 et 9.

On remarquera que, dans la série de parcelles ayant reçu des alcalis, mais pas de phosphates, il y a moins de potasse soluble dans l'acide citrique que dans les parcelles ayant reçu phosphates et alcalis. M. Dyer émet l'opinion que là où il y avait de l'acide phosphorique, les récoltes ont été assez bonnes et ont enlevé au sol pas mal de potasse soluble, plus qu'elles n'en ont enlevé au sol des parcelles non phosphatées, d'où excès de potasse soluble dans celles-ci.

Pour les deux parcelles ayant reçu du fumier de ferme, l'une pendant 38 ans, l'autre pendant les 20 premières années seulement, on trouve la même proportion de potasse totale, 16 grammes par kilo, et aussi de potasse soluble dans l'acide chlorhydrique, 1 gr. 67 et 1 gr. 59; tandis que pour la potasse soluble dans l'acide citrique, l'analyse montre que la parcelle fumée continuellement renferme 0 gr. 32 contre 0 gr. 12 pour la parcelle non fumée depuis 18 ans; l'addition du fumier de ferme a pour effet de solubiliser de la potasse.

Comme on l'a vu, les récoltes sont deux fois plus fortes dans un cas que dans l'autre; mais on ne peut attribuer ce fait à la solubilité de la potasse, puisqu'il y a également deux fois autant d'acide phosphorique soluble, et que l'azote est aussi en excès pour la parcelle régulièrement fumée; néanmoins ces documents sont d'un grand intérêt.

Les parcelles ayant reçu uniquement du nitrate de soude sont également beaucoup plus riches en potasse soluble que les parcelles qui n'ont reçu que du sulfate d'ammoniaque; le nitrate de soude paraît encore agir comme dissolvant de la potasse du sol.

En dernier lieu, M. Dyer a fait agir des solutions de citrate d'ammoniaque et d'acide citrique de diverses concentrations sur un grand nombre de phosphates d'origines minérale et animale; tandis que le procédé au citrate ne fournit que des résultats qui ne présentent aucun accord avec l'efficacité de ces différents engrais, essayés au champ d'expérience, l'emploi de l'acide citrique leur assigne une valeur qui correspond bien avec celle indiquée par l'expérience. Ces faits sont très nets pour la poudre d'os, des guanos phosphatés et des phosphates naturels très employés en agriculture.

L'auteur, d'accord avec Tollens et Stutzer, recommande d'employer l'acide citrique à 1 p. 100 pour la détermination de l'acide phosphorique assimilable dans les engrais, et d'abandonner absolument l'emploi du citrate d'ammoniaque.

Une solution d'acide citrique à 1 p. 100 représente à peu près l'acidité du suc des racines, et paraît agir sensiblement de la même façon que le dissolvant naturel que possèdent les plantes; son emploi semble devoir donner des indications utiles sur la fertilité d'un sol, en n'envisageant que la potasse et l'acide phosphorique.

M. Dyer pense qu'un sol doit bénéficier de l'emploi d'engrais phosphatés lorsqu'il renferme moins de 0 gr. 1 d'acide phosphorique soluble dans l'acide citrique. Pour la potasse il est plus difficile de prévoir si l'addition de sels potassiques sera avantageuse ou non; tout au plus peut-on conseiller leur emploi dans le cas où il y a moins de 0 gr. 05 de potasse soluble par kilo de terre. Dans des expériences sur des choux, l'addition d'engrais potassiques a produit d'excellents résultats, mais l'effet a été le même lorsqu'aux sels de potasse on a substitué le sel marin. M. Dyer est d'accord en cela avec M. Vœlcker qui avait signalé la solubilisation de la potasse du sol par l'addition de sels de soude[1].

1. Nous rappellerons, sur ce sujet, la curieuse expérience de M. Dehérain, publiée

Sur la formation des résines et des huiles éthérées dans la plante, par M. A. Tschirch[1]. — Qu'est-ce qu'une résine? L'auteur, à la suite de ses travaux personnels et de ceux de ses élèves, est arrivé à la conviction que la matière fondamentale des résines solides est un éther composé ou simple. On a examiné à cet effet les produits suivants : benjoin de Sumatra et de Siam (du *Styrax Benzoin*), baume du Pérou (du *Myroxylon Pereiræ*), baume de Tolu (du *Toluifera Balsamum*), styrax (du *Liquidambar orientalis*), galbanum (des *Ferula galbaniflua*, *rubicaulis*, etc.), gomme ammoniaque et résine acaroïde. Lorsqu'on soumet ces produits à la saponification, on obtient d'un côté des acides aromatiques, surtout benzoïque et cinnamomique, ou des alcools (umbelliferon), de l'autre côté un groupe très particulier d'alcools que l'auteur désigne sous les noms d' « alcools résineux » ou « résinols » et qu'il distingue les uns des autres par un préfixe indiquant leur provenance.

On connaît jusqu'à présent les résinols suivants : benzorésinol ($C^{16}H^{26}O^{2}$), résinotannol ($C^{18}H^{20}O^{4}$), siarésinotannol ($C^{12}H^{14}O^{3}$), pérurésinotannol ($C^{18}H^{20}O^{5}$), storésinol ($C^{12}H^{19}O$), galbarésinotannol ($C^{6}H^{10}O$).

Le benjoin de Sumatra est formé essentiellement par l'éther composé résinotannol — acide cinnamomique, auquel s'ajoute l'éther benzorésinol — acide cinnamomique, tandis que le composant principal du benjoin de Siam est l'éther siarésinotannol — acide benzoïque avec addition de benzorésinol — acide benzoïque.

Le storax renferme, à côté du storésinol libre, l'éther cinnamomique de cet alcool; mais dans celui du commerce, par suite d'un traitement de l'écorce à l'eau bouillante, l'éther est en grande partie saponifié.

Le baume du Pérou consiste principalement en cinnamomate de pérurésinotannol et celui de Tolu en l'éther cinnamomique du tolurésinotannol.

L'éther du galbanorésinotannol forme la base du galbanum.

La terminaison en « tannol » indique partout que les alcools en question donnent la réaction du tanin.

L'expérience a montré que les alcools résineux donnent en effet, avec les acides aromatiques (ou avec d'autres alcools), des éthers de nature résineuse, qui paraissent bien identiques avec ceux qui se trouvent naturellement dans les résines. L'auteur donne à ces éthers résineux les noms de résines; il y aura donc une benzorésine, une tolurésine, une storésine, etc.

L'auteur a ensuite étudié les huiles éthérées qui de prime abord semblent très voisines des résines. Ici encore il a trouvé comme substances fondamentales des éthers de résinols ou d'oléols (alcools des huiles, comme les résinols sont les alcools des résines).

Souvent on trouve dans les résines, à côté des éthers, les acides et les

depuis longtemps. Notre savant maître arrose des haricots semés dans une bonne terre de jardin contenue dans un pot à fleur, avec des dissolutions de sel marin; en répétant les arrosages, il finit par faire périr les haricots, il les brûle, analyse les cendres; elles renferment d'énormes quantités de chlorure de potassium, pas une trace de sel marin.

1. *Pringsheim's Jahrbücher f. wissensch. Bot.*, XXV, 1893, 370; *Bot. Centralbl.*, LVII, 18.

alcools libres, mais ces derniers proviennent d'un dédoublement postérieur des éthers, qui sont véritablement ici la chose primaire.

Le laboratoire qu'est la cellule vivante est donc doté de la remarquable faculté de former des éthers, c'est-à-dire des corps que nous ne savons préparer qu'en employant les moyens les plus énergiques.

Il était évidemment très intéressant d'étudier de près ces petits laboratoires vivants et de voir, s'il était possible, quelles sont les substances végétales prenant part à la formation des résines.

M. Tschirch ne pense pas que les huiles essentielles et les résines soient simplement un produit accessoire et inutile du chimisme végétal. La nécessité d'un rôle biologique important lui semble se dégager de ce fait, que des matières aussi fortement carbonées que les résines et les essences, se forment dès le plus jeune âge, c'est-à-dire dans une période de développement où la plante emploie tous les matériaux disponibles pour l'édification des tissus nouveaux.

Rappelons-nous que Stahl a assigné aux produits dont il s'agit un rôle important de défense contre l'attaque des animaux herbivores, notamment des limaces.

Lorsqu'il s'agit d'appareils sécréteurs schizogènes, composés, comme on sait, d'un méat intercellulaire entouré de cellules sécrétrices, on ne rencontre jamais le produit de la sécrétion dans les cellules sécrétrices elles-mêmes [1]. Les résines se forment, à proprement parler, dans l'épaisseur des membranes fortement gonflées qui séparent les cellules sécrétrices du méat, et surtout dans un feuillet spécial, mucilagineux de cette membrane.

Au point de vue chimique, il ne saurait nullement être question ici d'une transformation des hydrates de carbone, des mucilages ou de la cellulose en éthers des résinols et des oléols ; une telle transformation ne peut être conçue sans termes intermédiaires. Il convient d'envisager à ce titre la phloroglucine, étroitement apparentée aux hydrates de carbone, et dont la présence dans les appareils sécréteurs a été positivement constatée par l'auteur, et les tanins, voisins de la phloroglucine, d'une part, des résinotannols, d'autre part. Ce n'est là, évidemment, qu'une vraisemblance, d'ailleurs aussi plausible au point de vue chimique qu'à celui de la physiologie.

VESQUE.

Physiologie végétale.

L'aldéhyde formique et son action sur les bactéries, par FERD. COHN [2]. — Tous ceux qui s'intéressent aux choses de la physiologie végétale, connaissent aujourd'hui l'aldéhyde formique. Ce corps (CH^2O) que les chimistes ont cherché à préparer pendant longtemps, n'a été obtenu que récemment

1. C'est ce que j'avais déjà appris sur les bancs de l'école il y a un quart de siècle ; je ne sais où l'auteur a pris que cela est contraire aux idées reçues. On peut opposer sous ce rapport les « cellules » sécrétrices aux appareils plus compliqués, où le méat devient le réservoir. Nous savons qu'il n'y a plus d'appareils sécréteurs lysigènes.

2. Schlesische Gesellsch. für vaterlöndische cultur, séance du 16 nov. 1893. — *Bot. Centralbl.*, LVII, 3.



par A.-W. Hofmann. On fait passer des vapeurs d'alcool méthylique sur une spirale de platine chauffée. Aujourd'hui on le trouve dans le commerce à l'état d'une solution aqueuse à 40 p. 100 et vendue sous les noms de formol ou de formaline. On se rappelle que Bœyer le premier lui a fait jouer un rôle très important dans l'assimilation chlorophyllienne.

Lœv[1], en faisant agir l'hydrate de chaux sur l'aldéhyde formique, a préparé un corps, la formose, très voisin des sucres. Reinke, qui adopte la même hypothèse, a démontré la présence de l'aldéhyde formique dans le protoplasma. Lœw et Bokorny, à leur tour, ont déduit l'existence d'aldéhydes dans les cellules vivantes, de la réduction qu'y subit le nitrate d'argent ammoniacal; il est clair cependant que cette réduction pourrait être due à d'autres substances. De plus on a démontré que l'aldéhyde est extrêmement vénéneuse pour les cellules vivantes. Seules des combinaisons de l'aldéhyde formique ont pu être employées à nourrir des plantes. Mais laissons cela sans rappeler pour le moment, des controverses qui paraissent actuellement épuisées.

Blum a montré qu'une solution, même extrêmement diluée d'aldéhyde formique tue lentement, mais très certainement les bactéries, qu'elle est au plus haut degré antiseptique. Cette désinfection lente mais sûre reposerait sur une transformation particulière des matières organiques, telle que les tissus prennent une consistance beaucoup plus ferme. La solution à 4 p. 100 durcit des masses étendues de tissus beaucoup plus vite que l'alcool, sans qu'il y ait une contraction sensible et sans que la structure microscopique en souffre.

Penzoldt a démontré que même les vapeurs d'aldéhyde formique tuent les bactéries, et Hauser s'est servi de cette propriété pour fixer les cultures des bactéries sur gélatine; il suffit de les exposer aux vapeurs qui se dégagent d'un petit flocon d'ouate que l'on a imbibé de quelques gouttes d'aldéhyde formique. Ainsi fixées les cultures peuvent être conservées avec leur aspect caractéristique et figurer dans les collections; la gélatine elle-même subit une modification; elle durcit, ne se liquéfie plus à aucune température; celle qui avait été liquéfiée par les bactéries, redevient solide tout en conservant l'apparence optique de la liquéfaction. On peut conserver ainsi le *Leuconostoc* et des bactéries chromogènes; la matière colorante émise par les microorganismes n'est point altérée.

L'aldéhyde formique est éminemment propre à conserver en bocaux les objets végétaux des collections botaniques des musées. On employait jusqu'à présent l'alcool qui décolore toutes les parties vertes, tandis que l'aldéhyde formique n'agit point sur la chlorophylle et laisse également intactes un grand nombre d'autres matières colorantes. Les fleurs, fruits, rameaux feuillus, algues, champignons, se conservent sans aucune altération dans une solution même très étendue. Une grappe de raisins s'est conservée depuis huit semaines sans changement d'aucune sorte dans une solution à un demi pour cent.

On s'est appliqué à rechercher le minimum de concentration qui empêche la putréfaction. Pour cela, des pois, qui avaient déjà subi un

1. Actuellement professeur à Tokio.

commencement de putréfaction, ont été placés dans des solutions à 0.1; 0.2; 0.3; 0.4 p. 100. Parfois la première a déjà suffi, mais la solution à 0.3 - 0.4 arrête la putréfaction avec certitude; l'eau demeure claire, ou si elle était antérieurèment troublée, s'éclaircit, parce que les bactéries tuées finissent par se déposer au fond. Une infusion de foin a été stérilisée par 0.05 p. 100 d'aldéhyde formique.

Il résulte de toutes ces expériences qu'on peut conserver des objets végétaux dans de l'eau à laquelle on a ajouté par litre 15 à 20 c. c. de la solution d'aldéhyde formique du commerce. Naturellement on ne saura que plus tard de quelle durée sont les préparations ainsi obtenues.

Il faut manier l'aldéhyde formique avec précaution, car ses vapeurs causent de violents maux de tête et attaquent les muqueuses.

Les spirogyres sont tuées avec une telle rapidité par la solution à 1-2 p. 100 que la plasmolyse n'a pas le temps de se produire. Les tractus protoplasmiques et autres détails du protoplaste sont conservés; on peut teindre le noyau et les pyrénoïdes, les anneaux d'amidon deviennent transparents, le chloroplastide n'est pas altéré.

Recherches photométriques sur les phénomènes de physiologie végétale. — I. Premiers essais sur l'influence des rayons chimiques, par M. J. Wiesner[1]. — Il s'agissait de faire des essais d'orientation, c'est-à-dire préliminaires, sur l'influence des rayons chimiques sur la forme des plantes.

1. La méthode de Bunsen-Roscoe, qui consiste à déterminer l'intensité chimique de la lumière à l'aide du papier photographique normal, peut rendre des services lorsqu'on veut démontrer le développement plastique des divers membres de la plante dans sa dépendance avec l'intensité de la lumière.

2. En général, l'accroissement de la tige diminue lorsque l'intensité de la lumière augmente; celui des feuilles augmente au contraire, mais seulement jusqu'à une certaine limite, au delà de laquelle elle s'abaisse à une valeur stationnaire. Il y a cependant des feuilles qui se comportent vis-à-vis de la lumière à la manière de la tige, et il paraît y en avoir d'autres qui font le contraire. Dans tous les cas, la différence physiologique entre les feuilles et les tiges est moins grande qu'on ne l'avait cru jusqu'alors.

3. Dans la couronne des arbres feuillus, l'intensité chimique de la lumière diminue rapidement de l'extérieur vers l'intérieur.

Comme la lumière d'intensité chimique très faible ne suffit pas à l'éclosion normale des bourgeons, on comprend que les plantes à feuilles persistantes soient obligées de disposer leurs bourgeons sur la périphérie de la couronne, tandis que les espèces à feuilles caduques peuvent encore développer les bourgeons dans la profondeur de la couronne, parce que la lumière qui parvient au printemps jusqu'à ces régions intérieures possède une intensité chimique suffisante.

1. Le titre n'étant pas facilement traduisible, je le reproduis en allemand : I. Orientirende Versuche über den Einfluss der sogenannten chemischen Lichtintensitat auf den Gestaltungsprocess der Pflanzen; *K. Akad. d. Wiss. in Wien*, 18 mai 1893; *Bot. Centralbl.*, LV, 18.



Pour la même raison, la végétation herbacée et frutescente des forêts doit développer ses feuilles avant les arbres qui la couvrent.

4. Le port normal des plantes héliophiles se perd facilement, la lumière possédant une intensité chimique encore assez élevée. Ainsi le *Sempervivum tectorum* commence à s'étioler, lorsque le maximum diurne de l'intensité chimique de la lumière ne dépasse pas 0.04 (de l'unité de Bunsen-Roscoe).

5. L'éruption de la radicule du gui exige une lumière plus vive que son développement ultérieur.

6. La grandeur des feuilles d'une plante dépend, toutes choses étant égales d'ailleurs, d'un côté de l'humidité de l'air, de l'autre côté de l'intensité chimique de la lumière.

7. La limite inférieure de l'intensité chimique de la lumière à laquelle les organes très sensibles manifestent encore la réaction héliotropique, est placée extrêmement bas. Elle s'exprimerait par une fraction d'un millionnième de l'unité de Bunsen-Roscoe. Elle est de un dix-millionième de cette unité pour les tiges étiolées de la vesce.

De la reproduction artificielle de la figure karyokinétique, par M. O. Buetschli [1]. — On se rappelle que M. Buetschli, partisan de la structure alvéolaire du protoplasme, a démontré, par des expériences très élégantes, qu'on peut reproduire à l'aide de mousses extrêmement fines, la structure du protoplasme avec sa membrane limitante condensée, et jusqu'aux mouvements caractéristiques du protoplasme. Il a fabriqué ainsi de toutes pièces un véritable automate microscopique reproduisant à s'y méprendre les allures d'un *Amœba Limax*. Il a préparé la mousse en incorporant du carbonate de potasse en poudre à de l'huile d'olives qui avait séjourné longtemps dans une étuve et en plaçant une goutte de ce mélange dans l'eau. L'eau, traversant l'huile, va dissoudre, un à un, les petits granules du carbonate et forme ainsi une mousse dont les cavités, remplies d'eau de savon, sont séparées par des lamelles d'huile. Il suffit de plonger des gouttelettes de la mousse dans de la glycérine pour leur donner la transparence nécessaire à l'observation microscopique, la glycérine allant peu à peu remplacer l'eau.

Il restait à reproduire la figure karyokinétique, bien connue de ceux qui n'ont pas quitté depuis trop longtemps les bancs des écoles, avec ses deux astères autour des sphères directrices pourvues d'un centrosome, et ses filaments connectifs dessinant un fuseau ou tonnelet entre les sphères. Je suis convaincu que bien des savants, depuis longtemps, voient dans cette figure caractéristique, et en tant que figure, le résultat de certaines conditions purement physiques; le nom de capillarité a été prononcé, et M. Errera, frappé de la similitude entre la figure karyokinétique et celle que dessine la limaille de fer suspendue aux deux pôles d'un aimant en fer à cheval, avait, sans succès d'ailleurs, disposé du protoplasme entre les deux pôles d'un puissant électro-aimant.

M. Buetschli démontre que les corps coagulés ont une structure alvéo-

1. Verhandlungen des naturhistorisch-medicin. Vereins zu Heidelberg, N. F., tome V, 1893, 28-41; — *Bot. Centralbl.*, LVI, 137.

laire comme les mousses d'huile et le protoplasme; leur squelette, composé de lamelles, est naturellement solide, leur contenu, au contraire, liquide. Il recommande, pour l'étude microscopique, la mousse que l'on obtient en émulsionnant de l'huile d'olives avec de la gélatine très épaisse et dans laquelle la gélatine forme des alvéoles remplis d'huile. Cette mousse montre tout d'abord très bien que les nœuds obscurs des mailles ont une origine purement optique et que des granules solides, de carmin par exemple, qu'on y introduit, se logent presque toujours dans les nœuds, c'est-à-dire les endroits où les lamelles s'implantent les unes sur les autres, autrement dit les angles tri ou pléivèdres des alvéoles. Ce même dernier fait, ayant été constaté également dans les matières coagulées, l'auteur en déduit précisément la structure alvéolaire de ces matières.

Que l'on examine maintenant au microscope de petites portions de la mousse de gélatine, on trouvera bien, par-ci par-là, quelques bulles d'air qui ont été accidentellement encloses pendant la préparation de la mousse, et autour desquelles la matière présente une structure manifestement radiée. Au début les bulles d'air étaient chaudes et, en se refroidissant, ont exercé une traction sur la masse avoisinante. Que deux bulles d'air d'égal volume se trouvent à une distance convenable, elles s'attirent mutuellement, perdront leur forme sphérique en s'étirant en pointe sur les côtés qui se regardent; en même temps, la masse comprise entre les deux bulles, sous l'influence de la double attraction à laquelle elle est soumise, figurera, non plus précisément des rayons autour des deux centres, mais une sorte de tonnelet, comme la limaille de fer entre les pôles de l'aimant. L'image que l'on obtient ainsi présente une analogie frappante avec la figure karyokinétique.

S'il était permis de déduire la cause de l'une de la cause de l'autre, on serait amené à considérer les sphères directrices comme des sphères attractives, et ce ne serait même pas la première fois qu'on les aurait ainsi dénommées. Il est vrai que les sphères subissent une augmentation de volume pendant la formation des astères mais cela peut reposer sur une simple absorption d'eau; il suffirait qu'une petite partie de l'eau absorbée fût liée chimiquement pour qu'il y eût en réalité contraction, c'est-à-dire attraction.

VESQUE.

BIBLIOGRAPHIE

Aujourd'hui paraît chez les éditeurs Dreyfous et M. Dalsace, dans leur collection d'ouvrages de vulgarisation du droit usuel et pratique, un ouvrage nouveau intitulé: *L'Avocat des Agriculteurs et des Viticulteurs*, par E. Coqueugniot. C'est un guide essentiellement pratique, contenant, par ordre alphabétique, toutes les questions juridiques, lois, décrets et règlements, intéressant les Agriculteurs et les Viticulteurs et concernant la Propriété rurale, sa jouissance et son exploitation, avec les modèles d'actes et de demandes s'y rapportant. Cet ouvrage, tenu au courant des dernières lois et décisions juridiques, est accompagné d'une *lettre-préface par M. Ch. Mazeau, premier président à la Cour de cassation*, dans laquelle le chef suprême de la magistrature française explique l'utilité de semblables ouvrages et constate le haut degré de perfection de celui-ci.

Le Gérant : G. MASSON.

Paris. — Imprimerie L. MARETHEUX, 1, rue Cassette.

ÉTUDES SUR LA VÉGÉTATION DES VIGNES

TRAITÉES PAR LA SUBMERSION

PAR

M. A. MUNTZ

Professeur à l'Institut agronomique.

On sait que la submersion des vignes françaises, préconisée en 1868 par M. le D[r] Seigle, étudiée ensuite par M. Faucon, est un des procédés les plus efficaces pour préserver les vignes des atteintes du phylloxéra. Elle est employée sur une vaste échelle dans les régions du Midi et du Sud-Ouest, là où la nature des terrains et leur disposition topographique, ainsi que la proximité des rivières, permettent de maintenir sous l'eau, pendant une période de trente à soixante jours consécutifs, les terres plantées en vignes. L'eau apportée au début de l'opération n'est pas suffisante; il faut la renouveler à mesure qu'elle traverse les terrains, pour conserver constamment une nappe d'eau de $0^m,20$ à $0^m,30$ de hauteur à la surface du vignoble.

Dans des terres peu perméables et qui n'ont pas de pente, 10,000 à 20,000 mètres cubes d'eau par hectare peuvent suffire pour la durée de la submersion. Quand les sols sont plus perméables, ou quand ils ont plus de pente, il faut jusqu'à 60,000 et 90,000 mètres cubes d'eau et lorsque celle-ci est amenée par des pompes, la dépense est notable. Des bourrelets en terre, entourant le vignoble, empêchent l'eau de se déverser au dehors; l'abaissement de la nappe est due à l'infiltration beaucoup plus qu'à l'évaporation.

La submersion se pratique principalement en hiver; mais, au printemps, on a l'habitude de la renouveler, à l'époque où les gelées sont à craindre. On a constaté qu'aussi longtemps que la terre est recouverte d'eau, les vignes ne gèlent pas. Cette observation a même conduit à établir des vignobles dans des bas-fonds, où la vigne n'aurait pu prospérer à cause des gelées printanières; elle est préservée par la nappe d'eau qui recouvre le sol[1].

La vigne vit dans ces terres soumises à la submersion dans des conditions tout à fait exceptionnelles; elle est, en effet, de sa

1. Chanzit. *Revue de viticulture*, t. I, p. 92 et 359.

nature une culture des terrains secs, et l'on doit attendre, de la modification de son genre d'existence, des différences notables dans les conditions de son développement.

I. — Influence de la submersion sur le système radiculaire.

Le premier point sur lequel mon attention a été appelée, c'est la respiration des racines. Ces organes, en effet, comme tous ceux des êtres vivants, ne peuvent exercer leur fonction vitale qu'à la condition de trouver de l'oxygène, autrement elles meurent par asphyxie. Les racines des plantes respirent à la manière des animaux supérieurs, en prenant l'oxygène libre de l'air et en émettant de l'acide carbonique[1]. Elles trouvent, dans l'atmosphère confinée des terres ordinaires, des quantités d'oxygène assez grandes pour satisfaire à ces besoins. Mais dans les terres compactes, où se sont accumulées des eaux stagnantes, la culture devient impossible, car l'oxygène qui a disparu du sol ne peut pas se renouveler.

Ce fait de la disparition de l'oxygène du sol, lorsque celui-ci est complètement imprégné d'eau, au point que tous les gaz qui remplissaient ses interstices ont été déplacés, est tout à fait général et l'on voit apparaître des phénomènes réducteurs, dus à l'intervention des organismes inférieurs, qui vivent aux dépens de la matière organique de la terre.

Comment se fait-il que les racines de la vigne peuvent résister pendant si longtemps, dans des terres submergées, où l'oxygène libre préexistant dans le sol ou amené par le renouvellement de l'eau aérée se trouve rapidement absorbé? Comment ces racines ne meurent-elles pas par asphyxie?

J'ai institué des expériences pour résoudre cette question au laboratoire.

Le système radiculaire de vignes bien vivantes était introduit dans des flacons dans lesquels on mettait ensuite de la terre. On achevait de remplir entièrement avec de l'eau et on bouchait hermétiquement. Les parties aériennes de la vigne traversaient le bouchon et se développaient à l'air libre.

1. *Annales agronomiques*, t. II, p. 512. *Sur la respiration des racines*, par MM. Dehérain et Vesque.

Dans une première série d'expériences, j'ai constaté que la nature de l'eau jouait un rôle dans la rapidité avec laquelle la vigne dépérissait. Quand on employait pour remplir le flacon de l'eau de source, la vigne résistait pendant un mois à six semaines; tandis qu'avec de l'eau distillée elle succombait au bout de douze à quinze jours. Dans l'un et l'autre cas cependant tout l'oxygène primitivement dissous dans ces eaux avait disparu au bout de quelques jours.

En cherchant la cause de cette différence d'action, j'ai trouvé qu'elle tenait à l'existence, dans l'eau de source, d'une certaine quantité de nitrates.

Des observations répétées m'ont fait penser que le nitrate, normalement contenu dans l'eau ordinaire, était capable de fournir aux racines l'oxygène nécessaire à leur respiration et à les préserver ainsi de l'asphyxie, jusqu'à épuisement de la provision d'oxygène dont le nitrate peut disposer.

Nous connaissons, d'après les travaux de M. Schlœsing, de MM. Dehérain et Maquenne, de MM. Gayon et Dupetit, le mécanisme de la destruction des nitrates dans les terres non aérées, sous l'influence des organismes inférieurs. Les produits de cette réduction sont l'azote à l'état libre, le protoxyde et le bioxyde d'azote, l'acide azoteux sous forme de nitrites. Des quantités d'oxygène, variables suivant le degré d'oxydation final de l'azote, deviennent donc disponibles; dans les terres dépourvues de racines, ce sont les fonctions vitales de ces organismes inférieurs qui ont employé cet oxygène.

Lorsque les racines se trouvent dans ce milieu réducteur, comment peuvent-elles prendre leur part de cet élément respiratoire qui n'existe qu'en combinaison?

Diverses expériences ont été instituées pour résoudre ce problème :

1° Le 12 février, une série de flacons ont été garnis chacun de jeunes plants de vignes très vigoureux, de 500 grammes de terre de jardin, et ensuite ils ont été remplis d'eau.

2 flacons ont reçu de l'eau distillée et ont été bouchés hermétiquement.

2 flacons ont reçu de l'eau distillée et ont été soumis à un barbotage d'air tous les trois jours.

2 flacons ont reçu de l'eau de la Vanne, contenant naturellement 0 gr. 020 d'acide azotique par litre.

2 flacons ont reçu de l'eau de la Vanne additionnée d'azotate de potasse et contenant 0 gr. 400 d'acide azotique par litre.

L'expérience a été disposée dans une salle bien éclairée, où la température se maintenait voisine de 12 degrés et montait dans la journée jusqu'à 18 degrés. Au bout de quelques jours, toutes les vignes ont commencé à émettre des feuilles qui se sont développées graduellement. Mais le 28 février, quinze jours après la mise en train, les feuilles des vignes placées dans l'eau distillée non aérée ont commencé à se flétrir et les plants n'ont pas tardé à mourir.

Dans l'eau distillée aérée, ils ont parfaitement résisté.

Dans l'eau de source non additionnée de nitrates, les vignes se sont montrées très vivaces jusque vers le 12 avril, c'est-à-dire pendant deux mois. A partir de ce moment, elles ont commencé à souffrir et les plants sont morts peu de temps après.

Il n'en a pas été de même des vignes qui avaient reçu du nitrate de potasse. Elles se sont très bien développées et leurs feuilles étaient encore d'un beau vert plus de cinq mois après le commencement de l'expérience, époque à laquelle l'expérience a été arrêtée.

Des essais analogues, faits sur des racines d'autres plantes, ont montré également qu'en l'absence d'oxygène libre, les nitrates sont aptes à fournir l'oxygène nécessaire à la respiration des racines et à empêcher ainsi leur asphyxie.

Lorsque, pour faire ces essais, on se servait d'eau distillée et de terre privée de nitrates par le lavage, et que, par suite, aucune trace de combinaison oxygénée de l'azote n'était présente, la mort des plantes était beaucoup plus rapide.

De quelle manière les racines, qui peuvent continuer à vivre dans un milieu réducteur en présence de nitrates, prennent-elles à celui-ci l'oxygène qui leur est nécessaire? Cet oxygène, en effet, ne devient jamais libre, et ce n'est pas par un phénomène de respiration normale qu'il peut entretenir la vie de la plante.

Nous avons vu que parmi les produits de la décomposition des nitrates, on trouve du protoxyde d'azote[1]. Il était naturel de cher-

1. *Annales agronomiques*, t. IX, p. 5. *Réduction des nitrates*, par MM. Dehérain et Maquenne.

cher si ce gaz, dont les propriétés comburantes sont bien connues, est susceptible d'entretenir la vie de la racine.

Dans ce but, on a fait vivre les racines de la vigne dans un milieu privé d'oxygène et de nitrates, constitué par de la terre lavée et de l'eau distillée, et dans lequel on introduisait tous les trois jours une petite quantité de protoxyde d'azote.

La vigne a parfaitement résisté dans ces conditions et, au bout de trois mois, elle était encore en pleine vigueur, alors que les vignes témoin, n'ayant pas reçu de protoxyde d'azote, avaient péri en moins de quinze jours.

Dans les terres submergées, les racines peuvent donc respirer aux dépens du protoxyde d'azote qui se forme graduellement, par la réduction des nitrates, sous l'influence des microorganismes du sol.

Mais est-il nécessaire que ces organismes interviennent pour mettre en liberté le protoxyde d'azote qui peut servir à la respiration des racines ; les cellules des végétaux supérieurs ne peuvent-elles pas directement emprunter aux nitrates de l'oxygène, pour l'utiliser à leurs besoins physiologiques ?

Il n'a pas été possible de constituer un milieu exempt de microorganismes dans lequel les racines seules eussent pu exercer une action vitale ; car on ne peut pas *stériliser* les racines sans les tuer. J'ai donc disposé des expériences de façon à mesurer, d'un côté, l'action isolée des microorganismes et, de l'autre, l'action réunie des microorganismes et des racines, la différence devant être attribuable à ces dernières. Des expériences analogues aux précédentes ont été effectuées dans des milieux identiques, formés de terre végétale recouverte d'eau contenant 1 gramme d'azotate de potasse par litre. Le milieu était entièrement soustrait au contact de l'oxygène atmosphérique. Dans une série de flacons on avait introduit le système radiculaire de plants de vignes, les autres flacons, sans racines, étaient restés comme témoins de l'action exclusive du milieu.

Au bout de trois mois, les vignes ayant encore une très belle végétation, on a déterminé dans les divers flacons la proportion d'acide azotique ou azoteux qui restait ; leur somme se trouve exprimée en AzO^5.

A l'origine, les liquides des divers flacons contenaient par litre :

0 gr. 535 AzO^5

A la fin de l'expérience, les flacons où il n'y avait pas de vignes ont donné par litre :

N° 1.	0 gr. 423	AzO^5
N° 2.	0 gr. 419	—

Les flacons dans lesquels les racines des vignes avaient vécu ont donné par litre :

N° 1.	0 gr. 241.5	AzO^5
N° 2.	0 gr. 260	—

Il y avait donc eu une destruction d'acide azotique que fait ressortir le tableau suivant :

	ACIDE AZOTIQUE DISPARU		Attribuable
	En présence des racines de vignes.	En l'absence des racines de vignes.	à l'action directe des racines.
	—	—	—
N° 1.	0 gr. 293.5	0 gr. 112	0 gr. 181.5
N° 2.	0 gr. 275	0 gr. 116	0 gr. 159

L'action des racines sur les nitrates a donc été notablement supérieure à celle des microorganismes. Elles ont pu, pour leur propre compte, enlever directement l'oxygène aux nitrates et elles ne sont pas, dans ce fait de respiration anormale, tributaires des organismes inférieurs.

Les racines peuvent donc directement emprunter aux nitrates l'oxygène nécessaire à leurs fonctions respiratoires.

C'est de cette manière qu'on peut expliquer comment les vignes, soumises à la submersion pendant un temps dépassant quelquefois cinquante jours consécutifs, et qui sont plongées dans un milieu privé d'oxygène libre, résistent cependant à l'asphyxie : ce sont les nitrates apportés par les eaux ou existant dans le sol qui leur fournissent l'oxygène nécessaire, soit directement, soit après une action préalable des organismes réducteurs de la terre, qui forment du protoxyde d'azote. Même quand les quantités d'oxygène ainsi fournies sont très minimes, elles peuvent suffire pour entretenir la vie du système radiculaire, qui n'est ainsi jamais entièrement privé d'oxygène. L'asphyxie devient impossible et lorsque les eaux sont écoulées et que la terre reprend ses fonctions habituelles de milieu oxydant, les racines reprennent également leurs fonctions respiratoires normales, qui s'exercent aux dépens de l'oxygène libre de l'atmosphère du sol.

Ces faits sont à rapprocher de ceux qu'a observés M. Th. Schlœsing fils[1] et qui ont montré que les plantes vertes trouvent une source d'oxygène dans les sels oxygénés et particulièrement les nitrates.

II. — L'intervention des principes fertilisants et la production végétale dans les vignes submergées.

Nous avons vu plus haut quelles quantités énormes d'eau traversent la terre des vignes soumises à la submersion. Elles en enlèvent les principes solubles et l'appauvrissent d'autant. D'un autre côté, une végétation vigoureuse et des rendements très élevés demandent au sol de grandes quantités de matières fertilisantes. L'épuisement, sous cette double influence, doit donc nécessiter l'emploi de fortes fumures.

Ces rendements élevés ne s'obtiennent qu'avec certains cépages, surtout avec l'aramon, et au détriment de la qualité des vins, qui sont légers, peu riches en alcool et peu colorés et qu'on remonte souvent pour la consommation avec des vins plus corsés.

J'ai pu étudier un vignoble soumis à la submersion depuis plusieurs années et dans lequel cette pratique est appliquée avec beaucoup de soin et d'intelligence. Il est situé à Saint-Laurent-d'Aigouze (Gard) et appartient à M. Trouchaud-Verdier[2]. Il se trouve à une faible élévation au-dessus du niveau de la mer, le sol est formé par les alluvions fertiles du Vidourle. Les terres ont la composition moyenne suivante :

Pour 1000 de terre.	Sol.	Sous-sol.
Azote	0.90	0.48
Acide phosphorique	1.25	0.90
Potasse	2.40	2.30
Carbonate de chaux	416.00	418.00
Magnésie	3.50	3.25
Sesquioxyde de fer	21.50	21.20

Ces terres sont formées presque entièrement d'éléments fins. L'acide phosphorique et la potasse y sont en quantités assez éle-

1. *Comptes rendus*, t. CXV, p. 1020.

2. Des études intéressantes sur ce vignoble ont été faites par MM. Trouchaud-Verdier et Chanzit.

vées. L'azote est moins abondant, car il est constamment enlevé par la pratique de la submersion, à l'état de nitrate soluble.

J'ai cherché à me rendre compte de l'épuisement produit dans ce sol par la végétation de la vigne et la production des raisins ainsi que des quantités de matières fertilisantes apportées par les fumures[1].

Dans ce but, j'ai déterminé les quantités de feuilles, de bois, de marcs, de vin et de lies produites pendant l'année 1892, année de production moyenne, en considérant, non des parcelles isolées, mais la surface totale du vignoble, qui dépasse 32 hectares. J'ai ainsi obtenu les quantités suivantes des produits de la vigne rapportées à 1 hectare :

Feuilles fraîches.	4.200 k.	soit sèches	1.372 k.
Sarments frais.	3.280	soit secs	1.117
Marcs pressés.	2.841	soit secs	847.7
Lies épaisses	142.5	soit sèches.	57
Vin soutiré	190 hl.		

L'analyse de ces divers produits a montré que les quantités des divers principes fertilisants absorbées dans 1 hectare par la végétation de la vigne et la production de la récolte ont été les suivantes :

		Azote.	Acide Phosphorique.	Potasse.	Chaux.	Magnésie.
		—	—	—	—	—
		kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.
Vin.	190 h. 2.	2 758	3 823	20 104	2 777	0 590
Marcs secs. . .	847 kil. .	19 158	5 595	10 681	10 427	0 932
Feuilles sèches.	1.372 —	27 989	5 351	14 406	62 426	1 372
Sarments secs.	1.117 —	5 474	2 570	8 044	16 646	1 787
Lies sèches. . .	57 —	2 263	0 524	3 420	0 764	Traces.
		57 642	17 863	56 655	93 040	4 681

Voilà la somme des éléments fertilisants que la vigne a absorbés dans le cours de son développement.

En ne considérant que les éléments essentiels, l'azote, l'acide phosphorique et la potasse, nous voyons que c'est surtout de l'azote et de la potasse qui ont été enlevés au sol.

Cependant le vin lui-même, seule partie exportée de l'exploitation, n'enlève, malgré sa forte quantité, que des proportions

1. M. Mazade, préparateur à la Station de recherches viticoles de Montpellier, m'a donné un concours précieux dans ces études.

minimes d'azote et d'acide phosphorique. C'est surtout de la potasse qu'il emporte avec lui.

L'azote se concentre dans les feuilles et dans le marc, et quand ceux-ci font retour à la terre, ce qui arrive tout au moins partiellement, il n'y a pas, du fait de la végétation de la vigne et de l'exportation des récoltes, un appauvrissement sensible du sol.

Nous en dirons autant pour l'acide phosphorique.

Il n'en est pas de même pour la potasse, dont le vin emporte de notables quantités.

En regard de ces besoins de la vigne, plaçons les fumures données à la terre, dans ce vignoble, dont une direction intelligente étudie les besoins, les conditions de vitalité et de production.

Pendant les années qui ont précédé celle de nos essais, le vignoble a reçu :

		kil.	kil.	kil.
1889.	20.000 kil. de fumier de ferme.	94	68	104
1890.	600 kil. de nitrate de soude (ou cornailles)[1].	90	0	0
1891.	600 kil. — — —	90	0	0
1892.	600 kil. — — —	90	0	0
	Totaux.	364	68	104
	Soit en moyenne par année.	91	17	26

Mettons en regard les produits absorbés par la vigne et ceux qui sont apportés par les engrais :

	Azote.	Acide phosphorique.	Potasse.
	—	—	—
Absorbé par la vigne.	57 6	17 4	56 3
Apporté par la fumure. . . .	91 0	17 0	26 0

Il y a donc un apport considérable d'azote, qui s'augmente encore par le retour au sol d'une grande partie des feuilles et des marcs. La vigne n'emploie qu'une partie de cet azote, dont l'excès est enlevé par le lavage des terres. Le vin, produit net de la récolte, en contient moins de 3 kilos, c'est-à-dire plus de trente fois moins que ce qui est donné comme fumure. A première vue, il semble qu'il y a là un véritable gaspillage d'azote, dont la plus grande partie s'en va avec les eaux employées à la submersion.

1. Ces cornailles, qu'on donne quelquefois à poids égal en remplacement du nitrate de soude, apportent dans le sol une quantité d'azote à peu près équivalente.

Que dirons-nous des exploitations où, au lieu de 600 kilos de nitrate de soude par an et par hectare, nous en voyons employer 800 et jusqu'à 1,200 kilos? Une semblable exagération ne saurait être encouragée, elle entraîne des frais dont il est facile de calculer l'importance.

Mais, retournant au domaine que nous étudions spécialement ici, tout en déplorant la perte énorme de matière azotée, nous devons constater que sans cette fumure intensive on n'obtiendrait pas, dans ce sol lavé par les eaux, le développement extraordinaire du système foliacé et la production abondante de récolte sur laquelle on compte pour couvrir les frais.

C'est donc l'expérience culturale qui a appris à donner aux vignes submergées ces énormes quantités d'azote immédiatement assimilable, qui permettent à la vigne de se développer plantureusement.

Aussi longtemps que les vins légers, que produisent les vignes submergées, se vendaient à un prix relativement élevé, les considérations économiques devaient porter à exagérer les fumures pour augmenter les rendements. Mais si les prix des vins se maintiennent bas, comme cela existe en ce moment (juin 1894), on peut se demander si de nouvelles circonstances économiques ne doivent pas venir modifier des pratiques coûteuses; si, par exemple, diminuant cette fumure azotée et réalisant par là une économie, on ne peut pas arriver à un résultat pécuniaire plus avantageux avec des rendements plus faibles et des vins d'une plus grande valeur marchande.

C'est à l'expérience culturale à trancher cette question.

Les nitrates employés à haute dose n'ont pas seulement pour inconvénient d'entraîner à une forte dépense, ils favorisent le développement des mauvaises herbes, dont la destruction nécessite des façons fréquentes. On peut aussi leur attribuer en partie, en même temps qu'à la pratique de la submersion elle-même, le développement rapide des maladies cryptogamiques, qu'il faut combattre par des traitements répétés.

Mais ces conditions anormales de la végétation de la vigne, qui l'exposent à ces atteintes, sont peut-être une des causes pour lesquelles il faut soutenir les vignes par d'abondantes fumures.

Nous voyons que, dans les apports d'engrais, on s'est presque exclusivement occupé de l'azote. L'acide phosphorique est donné

en proportion minime, comme l'est d'ailleurs l'exigence de la vigne à l'égard de cet élément.

On donne beaucoup moins de potasse que la vigne n'en absorbe dans le cours de sa végétation annuelle. Il est vrai que le sol en contient des quantités assez importantes pour fournir aux besoins de la plante. Il n'y a pas, d'ailleurs, pour la potasse comme pour l'azote, un entraînement pour ainsi dire complet par les eaux d'arrosage et par les eaux pluviales.

Tous les résultats que nous avons donnés ci-dessus se rapportent à l'ensemble du domaine de 32 hect. 60. Ce sont donc des résultats moyens. Mais il est rare que dans un domaine aussi étendu il n'y ait pas des parties où la végétation est moindre, d'autres où, au contraire, elle est plus puissante. Il était intéressant de choisir dans ce vignoble, dont la production moyenne est déjà si élevée, la partie la plus productive, et d'étudier quels sont les besoins de la vigne dans le cas où cette production est poussée pratiquement jusqu'à sa dernière limite. Cette partie, exclusivement complantée d'aramon, cépage à grand rendement, a été étudiée à part. Elle avait d'ailleurs reçu la même fumure que l'ensemble du domaine. Voici les résultats qu'elle a donnés pour 1 hectare :

Feuilles fraîches	6.720 k.	soit sèches	1.851 k. 2
Sarments frais.	4.400	soit secs	1.454 8
Marcs exprimés	4.500	soit secs	1.342
Lies épaisses.	225	soit sèches	40
Vin soutiré	300 hl.		

Une végétation aussi plantureuse, une production aussi élevée ne sauraient être dépassées, et nous pouvons dire que nous nous trouvons ici en présence d'un maximum d'intensité, que la pratique peut atteindre, mais qui se trouve limité à des cas exceptionnels.

Voici quelles ont été dans ces conditions les exigences de la vigne pour 1 hectare :

		Azote.	Acide phosphorique.	Potasse.	Chaux.	Magnésie.
		kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.	kil. gr.
Vin.	300 hect.	4 350	6 030	31 710	4 380	0 900
Marcs secs. . .	1.342 k. 2.	30 329	8 857	16 910	16 507	1 476
Feuilles sèches..	1.851 k. 2.	37 024	6 109	14 254	88 302	2 777
Sarments secs..	1.454 k. 8.	7 274	3 055	8 583	22 694	1 455
Lies sèches. . .	40 k. ».	3 573	0 828	5 400	1 206	Traces.
		82 550	24 879	76 857	133 089	1 608

Dans cette partie du vignoble, il y a donc eu une quantité considérable d'éléments fertilisants fixés dans les diverses parties de la plante. Mais en considérant seulement le vin, nous ne voyons d'exportation notable que pour la potasse.

Les conditions si anormales dans lesquelles se trouve placée la vigne soumise à la submersion, loin de contrarier son développement, l'exagèrent au contraire, à la condition qu'on lui fournisse en abondance de l'azote rapidement assimilable, dont l'influence est si manifeste.

SUR LA

DÉTERMINATION CHIMIQUE DE LA VALEUR AGRICOLE DES DIFFÉRENTS PHOSPHATES NATURELS

Par M. G. PATUREL

Directeur de la Station agronomique du Lézardeau
et du Laboratoire agricole départemental du Finistère.

I

On attribue à l'acide phosphorique, dans les divers engrais, une valeur commerciale éminemment variable, basée tantôt sur l'état chimique dans lequel se trouve cet élément, tantôt sur l'origine du produit qui le contient. Ainsi, dans les superphosphates, l'acide phosphorique soluble dans l'eau et le citrate d'ammoniaque, c'est-à-dire à l'état soit de phosphate monocalcique, soit de phosphate bicalcique ou rétrogradé, se paie couramment dans notre région, 0 fr. 70 le kilo ; tandis que, dans les phosphates naturels, où il n'existe que du phosphate tricalcique, insoluble dans ces réactifs, sa valeur n'est que de 0 fr. 20 à 0 fr. 30. De plus, l'origine de l'engrais est aussi un facteur important de sa valeur sur le marché : les scories de déphosphoration, le noir animal, se vendent à un taux bien plus élevé que les phosphates extraits du sol. Parmi ces derniers, enfin, on fait encore un classement, et on accorde une plus-value marquée aux phosphates provenant de certains centres d'exploitation.

1. La fraude dans le commerce des engrais en Bretagne par M. G. Paturel. *Annales agronomiques*, numéro de décembre 1893.

Nous avons insisté déjà[1], dans un précédent mémoire, sur la faveur dont jouissaient dans la culture bretonne les phosphates de l'étage des grès verts dits « Phosphates du Boulonnais », que l'on extrait dans les départements de la Marne, de la Meuse, des Ardennes et du Pas-de-Calais. Alors que dans notre contrée, où la consommation des phosphates est considérable, on paie 0 fr. 32 à 0 fr. 35 le kilo d'acide phosphorique du Boulonnais, on n'accorde pas une valeur supérieure à 0 fr. 20 ou 0 fr. 22 le degré, aux sables phosphatés jaunes de la Somme ou de l'Oise. De là, l'origine des manœuvres multiples auxquelles se sont livrés et se livrent encore certains industriels de la région du Nord, pour verdir artificiellement leurs phosphates et leur donner l'aspect de ceux des grès verts qui se vendent à un taux plus élevé.

Cette faveur marquée dont jouissent les phosphates du Boulonnais est due à ce que les cultivateurs de notre pays les considèrent comme très « assimilables » par rapport aux autres. On explique généralement cette opinion, en disant que les phosphates des grès verts, les nodules, appelés dans le pays : *coquins* ou *crottes du diable*, auraient été produits par la fossilisation de matières animales; au contraire, les sables de la Somme et de l'Oise, sont le résultat de dépôts d'origine purement minérale. De fait, les travaux de deux savants géologues, MM. S. Meunier et Olry, ont établi que les phosphates arénacés ont une structure cristalline, qui les rapproche des apatites, et qui, par suite, doit nuire à leur assimilabilité. Les expériences culturales dans lesquelles les deux sortes de produits ont été mis en comparaison ne justifient pas toujours cette préférence; de telle sorte que, actuellement, il est bien difficile de se prononcer d'une façon précise.

En réalité, l'action plus sensible que produisent parfois sur les récoltes, les phosphates du Boulonnais, doit tenir à une cause spéciale, du domaine de la chimie agricole, et qu'il serait important de préciser. C'est dans l'espoir de la découvrir que nous avons entrepris le présent travail.

II

On a proposé pour la détermination de l'acide phosphorique dit « assimilable », l'emploi de plusieurs réactifs, et d'abord le citrate d'ammoniaque alcalin. Mais ce dissolvant, qui agit si éner-

giquement sur l'acide phosphorique à l'état bicalcique des superphosphates et des phosphates précipités, n'enlève, aux phosphates naturels, que des traces d'acide phosphorique; et son emploi ne donnerait, dans le cas actuel, aucun résultat. L'ébullition des phosphates avec une dissolution d'oxalate d'ammoniaque a été essayée également. MM. Joulie, Lechartier et d'autres chimistes ont fait de nombreux essais avec ce réactif : mais, d'après l'ensemble des résultats obtenus, il semble que les quantités dissoutes sont variables dans de grandes proportions suivant le mode opératoire, la quantité d'oxalate et sa concentration, la durée de l'attaque, etc... C'est donc là encore un procédé sur lequel on ne peut compter d'une façon absolue.

Enfin, la raison capitale qui doit empêcher l'emploi de ces réactifs de se généraliser, est que leur action sur les engrais ne représente en rien ce qui se passe en réalité dans le sol. Le citrate et l'oxalate d'ammoniaque n'existent pas dans la terre arable ; et, par suite, les résultats qu'ils donnent sont purement conventionnels, et ne peuvent servir à éclaircir la question de l'assimilabilité des divers engrais phosphatés.

L'action de l'acide acétique a été proposée, il y a longtemps, par M. Dehérain, pour la détermination dans le sol de l'acide phosphorique assimilable[1]. Il résulte des travaux du savant professeur de l'École de Grignon, qu'il existe une certaine concordance entre la fertilité d'une terre, et la proportion d'acide phosphorique soluble dans l'acide acétique qu'elle contient. De nombreuses expériences, exécutées dans des conditions et des situations très diverses, ont amené à cette conclusion qu'un sol, dont la teneur en acide phosphorique soluble dans l'acide acétique, est inférieure à 0 gr. 1 par kilo, doit bénéficier à coup sûr de l'apport des engrais phosphatés.

Tout récemment, une revue agricole américaine[2] a publié un compte rendu des travaux exécutés à la station agronomique de Halle, en Allemagne. Ces travaux comprennent un long mémoire sur l'acide phosphorique et sur son dosage. Les savants allemands se sont occupés également de la détermination de l'acide phosphorique assimilable dans le sol, et ils proposent l'action de l'acide citrique agissant à froid pendant vingt-quatre heures. La

1. *Annales agronomiques*, t. V, p. 161.
2. *Experiment Station record*. Washington, 1894, p. 471.

conclusion de ce travail est la suivante, et nous la traduisons textuellement : « Dans un nombre considérable d'essais, on a observé un rapport étroit entre la proportion d'acide phosphorique trouvée dans les terres par cette méthode, et le poids de récoltes obtenues dans diverses cultures avec addition des éléments fertilisants autres que l'acide phosphorique. »

Enfin, au mois de mars dernier, un chimiste anglais, sir Bernard Dyer, a publié sur le même sujet [1] un très important mémoire dont les *Annales agronomiques* viennent de donner un résumé [2]. Après avoir expérimenté sur un grand nombre de sols, l'auteur propose, pour la détermination de l'acide phosphorique assimilable, l'emploi de l'acide citrique agissant à froid, et à la concentration de 1 p. 100. Il conclut ainsi : « D'après l'ensemble des résultats obtenus, lorsqu'un sol contient moins de 0.01 p. 100 d'acide phosphorique soluble dans ces conditions, il est rationnel de penser que ce sol bénéficiera d'un apport immédiat de l'élément phosphaté. »

Remarquons en passant que sir Bernard Dyer arrive aux mêmes conclusions et aux mêmes chiffres avec l'acide citrique, que jadis M. Dehérain avec l'acide acétique.

Il est certain que l'action des acides faibles, citrique ou acétique, constitue, pour la détermination de l'acide phosphorique assimilable, le seul procédé qui se rapproche beaucoup de celui que les végétaux emploient pour se saisir dans le sol de cet élément. Déjà, dans un travail sur « l'acide phosphorique du sol », publié il y a trois ans [3], M. Dehérain esquissait le rôle capital que jouent les acides contenus dans les racines des végétaux, dans l'assimilation de l'acide phosphorique; c'est donc dans des réactions analogues qu'il faut chercher un mode de détermination de l'assimilabilité des phosphates.

Cette idée nous a inspiré le présent travail: et en l'appliquant plus spécialement aux conditions culturales qui nous entourent, nous avons pensé que l'assimilation de l'acide phosphorique était due principalement aux deux causes suivantes : 1° à l'action dissolvante des sucs acides, et particulièrement de l'acide citrique, contenus dans les racines des végétaux ; 2° à l'influence de l'acide

1. *Journal of the Chemical Society*, vol. LXV, March 1894, p. 115.
2. Ce volume, page 291.
3. *Annales agronomiques*, t. XVII, p. 445.

carbonique du sol, et des autres acides faibles, comme l'acide acétique, existant dans le plus grand nombre des terres de notre région, dont la réaction est acide, et sur lesquelles l'apport des phosphates produit des effets remarquables. Ces trois acides, citrique, acétique et carbonique, agissent concurremment sur les phosphates pour les dissoudre et produire leur assimilation. L'étude de l'action exercée par chacun d'eux sur des phosphates naturels d'origine différente est l'objet de ce mémoire.

PREMIÈRE PARTIE

ACTION DES ACIDES CONTENUS DANS LES RACINES, ET PARTICULIÈREMENT DE L'ACIDE CITRIQUE SUR LES PHOSPHATES NATURELS

§ 1er. — Présence de l'acide citrique dans les racines.

L'une des expériences classiques de la physiologie végétale consiste à montrer que les acides apparaissent dans les racines à mesure de leur développement. Il suffit pour s'en assurer de faire germer des grains, de blé par exemple, sur une feuille de papier bleu de tournesol. Peu de jours après l'apparition de la germination, les racines ont tracé sur le papier des sillons rouges représentant leur structure avec tous les détails.

Malheureusement, la détermination de la nature de ces acides est une opération qui présente des difficultés presque insurmontables. Le principal obstacle est dû à l'impossibilité de se procurer des racines en quantité suffisante pour opérer l'extraction. Il est extrêmement malaisé de séparer complètement du sol auquel elles adhèrent les fines racines des végétaux communément cultivés, à cause de leur dissémination et de leurs adhérences aux particules terreuses. En outre, M. Dehérain a montré récemment que les racines s'enfonçaient dans le sol jusqu'à des profondeurs dépassant souvent 1 mètre, ce qui permet à la plante de résister aux longues périodes de sécheresse. On juge alors quel travail considérable serait la séparation de 1 kilo de racines, quantité qui, d'ailleurs, serait très insuffisante.

Mais s'il est difficile d'étudier les acides contenus dans les racines du blé ou de l'avoine, en revanche, on peut porter ses recherches sur les grosses racines, comme los betteraves, ou sur les tubercules, comme les pommes de terre, qui manifestent également

la réaction acide. C'est sur les pommes de terre que nous avons opéré ; et, après quelques tâtonnements, nous avons pu en extraire l'un des acides libres par le procédé suivant :

10 kilos de tubercules sont râpés finement, et la pulpe est sou mise à l'action d'une petite presse. Le jus obtenu, abandonné au repos pendant quelque temps, laisse déposer la majeure partie de la fécule, et prend une couleur noire. On décante, et le liquide total est porté à une température voisine de 100 degrés. Les matières albuminoïdes très abondantes se coagulent : on filtre au papier, et le liquide qui filtre aisément, présente une forte réaction acide.

Ce liquide est additionné d'une solution concentrée d'acétate neutre de plomb en léger excès : il se forme un volumineux précipité qu'on lave par décantation à plusieurs reprises. Le précipité est ensuite introduit dans des flacons avec de l'eau et décomposé par un courant d'acide sulfhydrique. On sépare par filtration le sulfure de plomb, et le liquide, de couleur jaune clair, est évaporé d'abord à feu nu, ensuite au bain-marie. A la fin de l'opération, on obtient une masse noirâtre que l'on purifie en la reprenant plusieurs fois par l'alcool. On obtient alors de petits cristaux, un peu jaunes, il est vrai, mais assez nets, et auxquels on reconnaît aisément tous les caractères de l'acide citrique.

C'est un fait connu depuis longtemps que l'acide citrique est extrêmement répandu dans le règne végétal. Il a été signalé dans la plupart des fruits acides, et il est probable que si l'on parvenait à se procurer un poids suffisant de racines de différentes plantes, on le trouverait au nombre des acides libres dont on constate si aisément la présence. C'est sans doute cette idée qui a inspiré les chimistes de Halle, ainsi que Sir Bernard Dyer, en Angleterre, qui proposent, pour la détermination de l'acide phosphorique assimilable, de faire agir l'acide citrique sur la terre.

§ 2. — Action dissolvante exercée par les acides des racines sur diverses matières minérales.

Quoi qu'il en soit, et en attendant que nous soyons fixés complètement sur la nature de ces sucs acides, on connaît l'énergie avec laquelle ils peuvent attaquer les corps les plus durs et, en particulier, le marbre. La vieille expérience de Sachs dans laquelle des



racines de haricots tracent leur empreinte sur une plaque de marbre polie, a été répétée un grand nombre de fois. Nous l'avons faite nous-même avec diverses plantes, le blé, l'avoine, le trèfle, le sarrasin, les pois, les haricots, en employant un dispositif très simple : les plaques de marbre de 20 centimètres de côté ont été recouvertes d'une légère couche de sable siliceux, lavé à l'acide et calciné. On y a déposé les graines qui ont été ensuite recouvertes d'une nouvelle couche de sable. On a arrosé avec de l'eau distillée pure, et on a donné comme aliments du phosphate et du nitrate de potasse en solutions. Les cultures ont partout réussi : le blé et l'avoine ont fructifié, les pois et les haricots ont atteint un développement de plus de 1 mètre. Pour mettre fin à l'expérience, on a lavé toutes les plaques, et l'on a trouvé à la surface l'empreinte d'un réseau compact et touffu, reproduisant le moulage des racines. Des dosages effectués sur la graine primitive et sur la récolte de pois, ont montré que cette plante avait prélevé sur le marbre un poids de 0 gr. 4 de carbonate de chaux.

Les acides des racines sont donc capables de dissoudre et d'assimiler la chaux des matières les plus dures. En sera-t-il de même pour l'acide phosphorique que contiennent certaines roches compactes, et qu'à cause de leur dureté, on considère comme non assimilables? Des racines, placées dans un milieu où elles trouvent des aliments autres que l'acide phosphorique, parviendront-elles à arracher ce corps à l'apatite, par exemple?

Pour le savoir, nous nous sommes procuré des plaques d'apatite verte du Canada et de phosphorite du Lot; nous les avons fait scier avec soin, et elles ont présenté alors une surface suffisamment polie pour que des empreintes de racines pussent y être manifestes. Nous y avons cultivé comme précédemment du sarrasin, en ne donnant cette fois comme aliment que du nitrate de potasse. L'expérience a moins brillamment réussi qu'avec les plaques de marbre : néanmoins, les racines ont tracé à la surface de l'apatite des sillons très nets, et l'analyse a montré que la plante avait arraché à l'apatite 45 milligrammes d'acide phosphorique.

Il est donc certain que, même engagé dans les combinaisons les plus dures, l'acide phosphorique peut, de même que la chaux, être dissous et assimilé, grâce aux sucs acides des racines.

En résumé, ces acides, parmi lesquels nous avons isolé l'acide citrique, nous apparaissent comme les agents principaux de la

pénétration de l'acide phosphorique dans les végétaux. Nous avons fait agir l'acide citrique à diverses concentrations sur plusieurs phosphates naturels, et ce sont les résultats obtenus que nous allons examiner.

§ 3. — De l'action de l'acide citrique sur les phosphates naturels.

Les premiers essais ont porté comparativement sur un phosphate vert du Boulonnais et un phosphate jaune de la Somme. Deux échantillons de 300 grammes environ chacun ont été passés au tamis de soie n° 100; cette précaution nous a paru importante, car M. Joulie a montré qu'un même phosphate, suivant son degré de finesse, pouvait céder aux réactifs des quantités très variables d'acide phosphorique.

Les dosages d'acide phosphorique total, dans chacun des échantillons, ont donné les nombres suivants :

Phosphate du Boulonnais	18.81 p. 100.
— de la Somme.	17.87 p. 100.

Les richesses des deux engrais sont donc suffisamment rapprochées pour que les résultats puissent être comparables.

Les expériences avec l'acide citrique sont conduites de la façon suivante :

2 grammes de chaque phosphate sont mis en digestion avec 100 centimètres cubes de solution d'acide citrique à diverses concentrations. On laisse vingt-quatre heures en contact en agitant à plusieurs reprises. Ce temps écoulé on filtre; on prélève des volumes appropriés de liquide, et on précipite l'acide phosphorique dissous, soit par le mélange magnésien, soit par la liqueur de Joulie. On termine le dosage au moyen de la liqueur titrée d'urane, avec le cyanure jaune comme indicateur.

Les résultats sont consignés au tableau n° 1.

TABLEAU N° 1. — *Action de l'acide citrique sur deux phosphates naturels.*

		Boulonnais.	Somme.
Pour 100 de matière.	Acide phosphorique total	18.81	17.87
	Acide phosphorique dissous par l'acide citrique à :		
	10 p. 100	7.79	4.46
	5 p. 100	5.91	1.66
	2 p. 100	3.67	0.29
	1 p. 100	2.48	0.16

		Boulonnais.	Somme.
Pour 100 d'acide phosphorique total.	Acide phosphorique dissous par l'acide citrique à:		
	10 p. 100	41.4	24.9
	5 p. 100	31.4	9.2
	2 p. 100	19.5	1.6
	1 p. 100	13.1	0.9

Ces nombres semblent, à première vue, très probants. En effet, ils montrent que :

1° La quantité d'acide phosphorique dissous est d'autant plus forte que la liqueur citrique est plus concentrée ;

2° La comparaison des nombres obtenus dans l'attaque des deux phosphates, aux diverses concentrations, indique que la proportion d'acide phosphorique dissous est plus forte pour le phosphate du Boulonnais que pour celui de la Somme, et les différences sont d'autant plus accentuées que la liqueur citrique est plus faible. C'est ce que montre le petit tableau suivant, dans lequel sont inscrites les diverses quantités d'acide phosphorique dissoutes dans le phosphate de la Somme, pour 100 d'acide phosphorique du Boulonnais également dissous :

TABLEAU N° 2.

	Boulonnais.	Somme.
Proportion d'acide phosphorique dissous par l'acide citrique à:		
10 p. 100	100	60
5 p. 100	100	29
2 p. 100	100	8
1 p. 100	100	6

On pourrait croire que cette différence dans l'énergie de l'attaque des deux sortes de matière, est la cause de la faveur que l'on accorde dans la culture aux phosphates du Boulonnais. Il semble, en effet, que l'on trouve ainsi une confirmation de ce qui a été dit au commencement de ce mémoire, que les phosphates de la Somme sont plus durs, et doivent offrir une plus grande résistance que ceux du Boulonnais, à l'action des réactifs faibles. Mais, en cherchant un peu plus loin, il est aisé de voir que les différences constatées ne tiennent pas à la nature même des deux phosphates, mais aux substances qui accompagnent le phosphate de chaux. En effet, les produits du Boulonnais contiennent, outre le phosphate, une certaine quantité de sable siliceux, de glauconie verdâtre, et très peu de carbonate de chaux. Les phosphates de la Somme, au

contraire, surtout ceux qui s'emploient dans notre région, sont extrêmement chargés de calcaire, d'autant plus que l'on n'utilise directement que les couches du dessus et du dessous des gisements, les couches moyennes plus riches étant vendues à des prix élevés pour la fabrication des superphosphates. Or, si l'on réfléchit que ces produits sont extraits des terrains de craie, on ne sera pas surpris d'y trouver fréquemment de 20 à 60 p. 100 de carbonate de chaux.

C'est ce qui s'est produit dans nos expériences : des dosages de calcaire, effectués dans les deux phosphates au moyen de l'appareil Bobierre, ont donné les chiffres suivants :

Phosphate du Boulonnais.	7.2	p. 100 de carbonate de chaux.
— de la Somme. .	33.1	— —

Dans ces conditions, il paraît évident que les différences dans les proportions d'acide phosphorique dissoutes, tiennent à cette teneur inégale des deux produits en carbonate de chaux : l'acide citrique, mis au contact des phosphates, a porté d'abord son action sur le calcaire et s'est saturé en partie; par suite, celui des deux phosphates qui est le moins riche en calcaire a laissé dissoudre la plus forte quantité d'acide phosphorique; et cela semble expliquer également pourquoi les différences vont en augmentant à mesure que la concentration de l'acide citrique diminue.

En réalité, il ne s'est pas produit simplement une saturation partielle de l'acide par le calcaire, comme on peut s'en convaincre par les observations suivantes :

1° Dans aucune de nos expériences, l'acide citrique n'a décomposé totalement le calcaire associé au phosphate. Même avec la concentration forte de 10 grammes d'acide citrique pour 2 grammes de phosphates, les résidus solides après filtration, étant repris par l'acide chlorhydrique, font encore une vive effervescence ;

2° En mettant 2 grammes de carbonate de chaux précipité pur en contact avec 100 centimètres cubes d'acide citrique à 5, 4, 3 p. 100, on constate que, dans les trois cas, la dissolution se fait intégralement et à froid, et la liqueur reste claire pendant quelque temps (après plusieurs heures, le citrate de chaux se précipite). De plus, les liquides, même à 3 p. 100, gardent la réaction acide.

Remarquons d'ailleurs que 1 équivalent ou 192 grammes d'acide citrique ($C^{12}H^{8}O^{14}$) qui est tribasique, sont capables de

décomposer 3 équivalents ou 150 grammes de carbonate de chaux ($CaO\ CO^2$) ; en d'autres termes, et sensiblement :

1 gramme d'acide citrique peut dissoudre 0 gr. 75 de carbonate de chaux.

Or, si nous nous reportons aux conditions de nos expériences, dans lesquelles on a agi sur 2 grammes de phosphate, nous trouvons que ces 2 grammes contiennent respectivement :

1° Pour phosphate du Boulonnais. 0.144 de carbonate de chaux.
2° — — de la Somme. . 0.662 — —

et que, pour saturer et dissoudre ces quantités, il faudrait :

1° Pour phosphate du Boulonnais. 0.188 d'acide citrique.
2° — — de la Somme. . 0.882 —

Mais nous avons dit que le carbonate de chaux n'a pas été attaqué d'une façon complète, et que, par suite, il y a eu moins d'acide citrique saturé par ce corps, que ne l'indiquent les chiffres précédents. Admettons cependant que, au maximum, 1 gramme d'acide citrique ait été saturé par le calcaire dans les expériences avec le phosphate de la Somme : cela ne suffira pas à expliquer pourquoi :

Dans le phosphate du Boulonnais:
5 gr. acide citrique ont dissous 31.4 p. 100 de l'acide phosphorique,
Et dans le phosphate de la Somme:
10 gr. acide citrique ont dissous 24.9 p. 100 de l'acide phosphorique.

C'est-à-dire pourquoi 5 grammes d'acide citrique ont dissous plus d'acide phosphorique dans le premier cas, que n'en ont dissous 10 grammes (ou 9 grammes au minimum), dans le second.

De même :

Dans le phosphate du Boulonnais:
2 gr. acide citrique ont dissous 19.5 p. 100 de l'acide phosphorique,
Et dans le phosphate de la Somme :
5 gr. acide citrique ont dissous 9.2 p. 100 de l'acide phosphorique.

C'est-à-dire que 2 grammes d'acide citrique agissant sur le phosphate du Boulonnais ont dissous moitié plus d'acide phosphorique que 5 grammes (ou 4 grammes au minimum) d'acide citrique au contact du phosphate de la Somme.

Cette action spéciale dans laquelle le calcaire constitue un obstacle à la dissolution de l'acide phosphorique, a été vérifiée encore par les expériences suivantes :

2 grammes de phosphate du Boulonnais ont été mélangés intimement avec 1 gramme de sable calcaire, provenant de la côte du Pouldu, et que l'on emploie en abondance pour amender les terres; ce sable, qui dose 72 p. 100 de carbonate de chaux, avait été préalablement pulvérisé et passé au tamis de soie. Le mélange a été mis en contact pendant vingt-quatre heures avec 100 centimètres cubes d'acide citrique à 5 p. 100, et on a dosé ensuite l'acide phosphorique dissous. Les résultats sont :

Acide phosphorique dissous, 2.01 p. 100 de phosphate.
Acide phosphorique dissous, 10.6 p. 100 d'acide phosphorique total.

Si nous rapprochons ce dernier chiffre de celui qui lui correspond dans le tableau n° 1 (31.4), nous voyons que la présence du calcaire a gêné la dissolution de l'acide phosphorique dans une proportion des deux tiers. Et cependant, cette addition de 1 gramme de sable calcaire, contenant 0 gr. 72 de carbonate de chaux, eût exigé seulement 1 gramme d'acide citrique, en admettant que sa dissolution eût été complète. En faisant le même rapprochement que plus haut, nous trouvons :

2 gr. phosphate + 0 gr. 72 carbonate de chaux. — Acide phosphorique dissous par 5 gr. Acide citrique, 10.6 p. 100.
2 gr. phosphate seul — Acide phosphorique dissous par 2 gr. acide citrique, 19.5 p. 100.

C'est-à-dire que, pour le même phosphate, 2 grammes d'acide citrique, sans addition de calcaire, ont dissous beaucoup plus d'acide phosphorique que 5 grammes d'acide citrique, agissant sur un mélange de phosphate et de carbonate de chaux.

Les mêmes résultats s'observent encore dans les quatre expériences suivantes, qui sont du même ordre, et dont nous donnons seulement ici les résultats :

			Boulonnais.	Somme.
p. 100 d'acide phosphorique total.	Acide phosphorique dissous par l'acide citrique, 10 p. 100 . . .	Sans calcaire . . .	42.4	37.6
		1 gr. sable calcaire.	27.5	23.4
	Acide phosphorique dissous par l'acide citrique, 2 p. 100 . . .	Sans calcaire . . .	18.4	16.3
		1 gr. sable calcaire.	9.4	7.3

Quelle que soit la concentration de la liqueur acide, et la nature du phosphate, on voit que l'addition du calcaire empêche dans une grande mesure la dissolution de l'acide phosphorique.

Ces dernières expériences ont des conséquences pratiques importantes pour notre région, elles ne sont d'ailleurs qu'une

vérification de faits bien connus de la culture bretonne. Les praticiens ont reconnu depuis longtemps, que lorsqu'on défriche et qu'on met en culture une terre de landes, on ne doit pas apporter simultanément les deux éléments qui manquent au sol, la chaux et l'acide phosphorique. On emploie pendant plusieurs années les engrais phosphatés seulement, puis, quand ils ont marqué leur effet sur plusieurs récoltes, on introduit à son tour l'amendement calcaire. Nos expériences indiquent la raison de cette pratique, et la justifient entièrement.

Les résultats précédents nous ont paru assez importants pour mériter d'être complétés, en les étendant à d'autres phosphates naturels, de richesse et de nature différente. On a fait une série plus nombreuse d'essais, mais en suivant le même mode opératoire, c'est-à-dire mêmes quantités de phosphate (2 gr.), soumis pendant le même temps (24 heures) à l'action dissolvante des mêmes liqueurs citriques (10, 5, 2 et 1 p. 100). Les expériences ont porté sur :

N° 2. Phosphate du Boulonnais à :
19.16 p. 100 acide phosphorique, et 7.9 p. 100 calcaire.

N° 3. Phosphate du Boulonnais à :
24.00 p. 100 acide phosphorique, et 18.8 p. 100 calcaire.

N° 5. Phosphate de la Somme :
25.48 p. 100 acide phosphorique, et 7.0 p. 100 calcaire.

N° 6. Phosphate de la Somme à :
16.24 p. 100 acide phosphorique, et 57.2 p. 100 calcaire.

Il nous a paru *a priori* que les résultats devraient présenter de l'intérêt, étant données les différences de teneur en calcaire des différents phosphates. Particulièrement, les produits n°s 3 et 5, de provenance identique, de richesse à peu près égale et élevée, contiennent des proportions de calcaire inverses des précédentes.

Les résultats sont inscrits au tableau n° 3.

Les nombres de ce tableau donnent lieu aux observations suivantes :

1° On voit d'abord que les chiffres se présentent avec une parfaite régularité. Dans toutes les expériences, la quantité d'acide phosphorique dissous est d'autant plus grande que la liqueur acide est plus concentrée.

TABLEAU 3. — Attaque de plusieurs phosphates par l'acide citrique à diverses concentrations.

		1 BOULONNAIS	2 BOULONNAIS	3 BOULONNAIS	4 SOMME	5 SOMME	1 CRAIE PHOSPHATÉE
Proportion de calcaire		7.2	7.9	13.8	33.1	7.0	57.2
Pour 100 de matière.	Acide phosphorique total	18.81	19.16	24.00	17.87	25.48	16.24
	Acide phosphorique dissous par l'acide citrique à 10 p. 100.	7.79	8.13	8.92	4.46	9.60	0,93
	— — — 5 —	5.91	5.58	5.93	1.66	6.66	0.83
	— — — 2 —	3.67	3.53	3.07	0.29	4.18	traces.
	— — — 1 —	2.48	2.38	1.79	0.16	3.00	»
P. 100 d'acide phosphorique total.	Acide phosphorique dissous par l'acide citrique à 10 p. 100.	41 4	42.4	37.1	24.9	37.6	5.7
	— — — 5 —	31.4	29.1	24.7	9.2	26.1	5.1
	— — — 2 —	19.5	18.4	12.7	1.6	16.3	traces.
	— — — 1 —	13.1	12.4	7.4	0.9	11.7	»

Ce tableau contient, dans les colonnes 1 et 4, les résultats précédemment décrits au tableau n° 1; les colonnes 2, 3, 5, 6 donnent les résultats des nouvelles expériences.

2° La même régularité s'observe pour les résultats fournis par deux phosphates ayant à peu près la même teneur en acide phosphorique et en calcaire. Ainsi les phosphates nos 1 et 2, de même origine, et sensiblement identiques comme composition, donnent des chiffres semblables pour chaque concentration de l'acide citrique.

3° Si l'on compare les nombres de la colonne 3 avec ceux des colonnes 1 et 2, on constate que la teneur en calcaire est le facteur principal de la dissolution de l'acide phosphorique. En effet, bien que le phosphate n° 3 soit plus riche en acide phosphorique que les nos 1 et 2, comme il contient en même temps une proportion à peu près double de calcaire, il abandonne à l'acide citrique beaucoup moins de son acide phosphorique que les nos 1 et 2, et, fait curieux, les différences en faveur de ces derniers sont à peu près de même valeur, quelle que soit la concentration. C'est ce qui ressort des chiffres suivants, qui indiquent les proportions successives dissoutes, pour 100 d'acide phosphorique total :

	Moyenne des phosphates 1 et 2.	Phosphate 3.	Différences.
	—	—	—
Acide citrique 10 p. 100.	41.9	37.1	4.8
— — 5 —	30.2	24.7	5.5
— — 2 —	19.0	12.7	6.3
— — 1 —	12.7	7.4	5.3

Il y a donc là une nouvelle preuve que le carbonate de chaux exerce un obstacle d'une nature spéciale, et qui ne résulte pas simplement de la saturation de l'acide libre par le calcaire qui se dissout. S'il en était ainsi, les différences entre 1, 2 et 3 devraient s'accentuer fortement pour les concentrations décroissantes : nous ne le trouvons pas ainsi.

4° La comparaison des expériences nos 4 et 5, qui se rapportent à deux phosphates de la Somme, de richesse en acide phosphorique et en calcaire inégale et inverse (17.87 d'acide phosphorique et 33.1 de calcaire pour n° 4; 25.48 d'acide phosphorique et 7.00 de calcaire pour n° 5) atteste comme précédemment que la présence du calcaire empêche la dissolution du phosphate. Chacun des chiffres de la colonne n° 4 est plus faible que celui correspondant, dans la colonne n° 5.

5° Les expériences nos 5 et 1, dans lesquelles on a agi sur deux

phosphates d'origine différente et de richesse inégale en acide phosphorique, mais de teneur semblable en calcaire, nous fournissent un résultat du plus haut intérêt. Bien que la dose absolue d'acide phosphorique soit plus forte pour le phosphate de la Somme (n° 5), les chiffres qui représentent la proportion dissoute aux diverses concentrations sont partout plus faibles que ceux de la colonne n° 1, qui se rapportent au phosphate du Boulonnais. Les différences, il est vrai, ne sont pas élevées, et n'excèdent pas 4 p. 100, mais néanmoins elles existent dans les quatre essais : c'est le premier cas où, l'influence du calcaire étant nulle, la supériorité du phosphate du Boulonnais se manifeste clairement. Il y a accord complet entre ce résultat et la préférence que la pratique agricole accorde aux phosphates des grès verts.

6° La colonne n° 6, qui renferme les nombres fournis par la craie phosphatée, est une confirmation des résultats précédents. La dose énorme de carbonate de chaux que contient cette matière est un obstacle presque complet à la dissolution de l'acide phosphorique. Les liquides à 2 et 1 p. 100 d'acide citrique, après digestion de vingt-quatre heures avec la craie phosphatée ne manifestaient plus sensiblement la réaction acide ; il n'est donc pas surprenant que l'acide phosphorique ne se soit pas dissous en quantité appréciable.

En résumé, la question que nous nous étions posée au commencement de ce chapitre, c'est-à-dire reconnaître si la supériorité agricole du phosphate du Boulonnais est due à une plus grande facilité de dissolution dans l'acide citrique, commence à s'éclaircir, grâce à ces expériences. Un résultat est nettement acquis : la dissolution se produit, quelle que soit l'origine du phosphate, en raison inverse de la dose de calcaire qui l'accompagne. Ce calcaire empêche dans une mesure considérable la dissolution de l'acide phosphorique par les sucs acides des racines, et par suite son assimilation. En outre, l'obstacle doit être d'autant plus grand que vraisemblablement les acides se trouvent dans les racines à un grand état de dilution.

L'assimilation de l'acide phosphorique des phosphates naturels est facilitée, surtout dans un grand nombre de nos terres de Bretagne, par une autre action dissolvante : celle des acides existant dans le sol. C'est ce sujet que nous allons, comme complément à nos recherches, examiner dans le chapitre qui suit.

DEUXIÈME PARTIE

ACTION DES ACIDES CONTENUS DANS LE SOL, ET PARTICULIÈREMENT DE L'ACIDE ACÉTIQUE, SUR LES PHOSPHATES NATURELS

§ 1er. — Présence de l'acide acétique dans les terres de landes de Bretagne.

L'action de l'acide acétique sur les phosphates naturels n'est pas moins importante à examiner que celle de l'acide citrique. Si ce dernier se trouve vraisemblablement à l'état de liberté à l'intérieur des racines, on sait depuis longtemps qu'un grand nombre de terres de notre pays, celle de bruyères, de landes, les sols tourbeux, auxquels on a donné le nom de terres acides, contiennent en abondance des produits à réaction acide, que l'on désigne sous le nom général d'acide humique, et qui résultent de la décomposition des débris végétaux en l'absence du calcaire. De semblables terres étant défrichées et mises en culture bénéficient au plus haut point de l'apport des phosphates; les acides libres qui y sont contenus agissent donc sur ces engrais pour les dissoudre et favoriser leur assimilation.

Une étude plus approfondie des acides du sol a permis à M. Dehérain, il y a déjà longtemps [1], d'y caractériser la présence de l'acide acétique. Il était important pour nous de nous assurer d'abord de l'existence de cet acide à l'état de liberté dans les sols qui nous entourent, et aussi, autant que possible, d'en déterminer la proportion. Pour y réussir, nous avons employé le procédé suivant :

De la terre a été prélevée au milieu d'une lande et passée à un tamis à larges mailles pour éliminer les pierres; cette terre, riche en débris végétaux, présentait une réaction acide marquée. On en a pesé 1 kilo que l'on a trituré avec 100 centimètres cubes d'eau distillée ; le tout a été ensuite introduit dans un ballon de verre qui a été lui-même relié à un réfrigérant et plongé dans un bain d'huile. On a chauffé alors doucement, en faisant en sorte que la température ne s'élevât pas au-dessus de 150 degrés. La distillation s'est effectuée régulièrement; on a recueilli un liquide clair à réaction acide. Après refroidissement du ballon, la terre a été

1. Thèse pour le doctorat, *Recherches sur l'emploi agricole des phosphates* (1859).

extraite et triturée de nouveau avec 100 centimètres cubes d'eau; puis on a effectué une seconde distillation semblable à la première. Huit opérations semblables ont été faites, et chaque fois on a recueilli un liquide acide. Mais, en saturant après chaque opération, le liquide distillé, au moyen de liqueur de soude titrée, on a pu constater qu'une très faible portion des acides libres du sol était ainsi entraînée par la vapeur d'eau. En effet, 1 kilo de terre a fourni seulement, dans les huit opérations, un poids de 0 gr. 19 calculé en acide acétique.

Néanmoins, les liquides de distillation, saturés par la soude, ont été réunis, puis évaporés au bain-marie. On a obtenu un résidu qui étant traité par l'acide sulfurique concentré, a produit un dégagement nettement reconnaissable d'acide acétique.

Cette opération nous a donc permis seulement de caractériser l'acide acétique dans nos terres, mais non de déterminer la proportion d'acides libres qui pourront attaquer les phosphates. Cette seconde question, d'un extrême intérêt pour nous, a été abordée par un procédé plus rudimentaire que le précédent, mais qui nous a néanmoins fourni un résultat :

100 grammes de la terre de landes précédente, ont été introduits dans un flacon et agités d'abord avec 30 centimètres cubes d'eau distillée. On a ajouté ensuite de l'eau de chaux titrée, aussi longtemps que le papier de tournesol bleu devenait rouge au contact du liquide. On a atteint ainsi une limite supérieure, qui a fourni approximativement le résultat suivant :

1 kilo de terre de landes contient 7 gr. 04, calculé en acide acétique.

Bien que ce résultat n'ait pas la précision absolue que l'on obtient dans une analyse, il est suffisant pour montrer que la dose d'acides libres dans la terre de landes, est très élevée, et que ces acides doivent, par suite, jouer un rôle important dans l'assimilation des produits minéraux insolubles.

§ 2. — Action de l'acide acétique sur les phosphates naturels.

Nous avons cherché d'abord à comparer l'énergie qu'exerçaient dans l'attaque des phosphates l'acide citrique et l'acide acétique, en comparant les concentrations et les capacités de saturation pour les bases, de diverses liqueurs de ces deux acides. En opérant

des essais alcalimétriques sur des liqueurs acétiques et citriques très étendues, on a trouvé que :

100 centimètres cubes de liquide contenant 20 centimètres cubes d'acide acétique à 8 degrés, équivalent à 100 centimètres cubes de liquide dans lesquels on a dissous 10 grammes d'acide citrique cristallisé. D'après cela, on a préparé les solutions sui vantes :

Acide acétique à 20 p. 100 (correspondant à l'acide citrique à 10 p. 100).
— — 10 — — 5 —
— — 4 — — 2 —

En outre, on a fait quelques essais avec l'acide acétique à 50 p. 100, et même avec l'acide acétique pur.

Afin de pouvoir établir des comparaisons entre les résultats donnés par les acides citriques et acétiques, on a opéré dans des conditions identiques à celles précédemment observées ; 2 grammes de chacun des phosphates des précédentes expériences ont été mis en digestion pendant vingt-quatre heures avec 100 centimètres cubes des diverses liqueurs acétiques. Les proportions d'acide phosphorique dissous sont indiquées dans le tableau ci-après.

Les conclusions qui découlent des nombres de ce tableau sont les suivantes :

1° Si l'on compare les résultats obtenus à ceux qu'avait fournis l'acide citrique dans les expériences précédentes, on est frappé de voir que les chiffres qui représentent la proportion d'acide phosphorique dissous par l'acide acétique sont, pour des concentrations correspondantes, bien inférieurs à ceux obtenus au moyen de l'acide citrique. Ainsi, dans la colonne n° 1 des deux tableaux, l'acide citrique à 10 p. 100 a dissous 41.4 pour 100 de l'acide phosphorique total et l'acide acétique à 20 p. 100 (concentration correspondante), seulement 8.7. L'acide citrique à 2 p. 100 a dissous 19.5, et l'acide acétique à 4 p. 100 (concentration correspondante), seulement 5.5. Et dans quelque colonne que l'on fasse les comparaisons, on trouve partout des résultats du même ordre. Il y a donc un premier point manifestement établi :

L'acide citrique exerce sur les phosphates une action dissolvante bien plus énergique que l'acide acétique.

Ce résultat étant acquis, la comparaison des divers nombres obtenus avec l'acide acétique conduit à des conclusions identiques

TABLEAU 4. — Attaque de plusieurs phosphates par l'acide acétique à diverses concentrations.

		1 BOULONNAIS	2 BOULONNAIS	3 BOULONNAIS	4 SOMME	5 SOMME	6 CRAIE PHOSPHATÉE
	Proportion de calcaire	7.2	7.9	13.8	33.1	7.0	57.2
Pour 100 de matière.	Acide phosphorique total	18.81	19.16	24.00	17.87	25.48	16.24
	Acide phosphorique dissous par 50cc d'acide acétique pur	2.74	»	»	»	»	»
	— — — 100cc — — à 50 p. 100.	1.91	1.94	»	0.68	2.74	»
	— — — — — — 20 —	1.66	1.75	1.71	0.42	2.41	»
	— — — — — — 10 —	1.44	1.43	1.12	0.24	2.01	0.30
	— — — — — — 4 —	1.05	1.01	0.81	»	1.35	»
Pour 100 d'acide phosphorique total.	Acide phosphorique dissous par 50cc d'acide acétique pur	14.5	»	»	»	»	»
	— — — 100cc — — à 50 p. 100.	10.1	10.1	»	3.8	10.7	»
	— — — — — — 20 —	8 7	9.1	7.1	2.3	9.4	»
	— — — — — — 10 —	7.6	7.4	4.6	1.3	7.8	1.8
	— — — — — — 4 —	5.5	5.2	3.3	»	5.3	»

à celles qui découlent de l'emploi de l'acide citrique. Il nous suffirait donc de répéter ici ce que nous avons dit à la suite de nos premières recherches. Très brièvement, nous énoncerons les points suivants :

2° Il existe une régularité parfaite dans les résultats se rapportant aux concentrations successives ; les liqueurs acétiques dissolvent d'autant moins d'acide phosphorique qu'elles sont plus étendues.

3° On observe une identité absolue des nombres des colonnes n°ˢ 1 et 2, obtenus avec deux phosphates du Boulonnais de richesse en acide phosphorique et en calcaire à peu près identique.

4° Les nombres de la colonne n° 3 sont inférieurs à ceux des colonnes n°ˢ 1 et 2; cela est dû à la teneur plus forte en calcaire du phosphate n° 3.

5° Les phosphates de la Somme n°ˢ 4 et 5, de richesse en acide phosphorique et en calcaire inégale et inverse, donnent des nombres encore analogues aux précédents; à la plus grande dose de calcaire correspond la plus faible proportion d'acide phosphorique dissous.

6° Les chiffres des colonnes n°ˢ 1 et 5 s'appliquent à deux phosphates d'origine différente, de richesse en acide phosphorique différente aussi, mais de teneur en carbonate de chaux égale. Avec l'acide citrique nous avions trouvé, dans ce cas, une supériorité en faveur du phosphate du Boulonnais; nous ne l'observons pas ici pour l'acide acétique, car les proportions successives dissoutes par cet acide sont sensiblement identiques pour les deux phosphates. Il semble que l'on trouve là l'explication de ce fait connu de la pratique, que les phosphates des grès verts réussissent mieux que ceux de la Somme dans les terres déjà cultivées et amendées, c'est-à-dire, où l'acidité du sol n'existant plus, les acides des racines exercent seuls leur action dissolvante; au contraire, dans les sols de défrichement, on emploie à peu près indifféremment les deux sortes d'engrais; en effet, la dissolution par les acides du sol se faisant dans des proportions semblables, l'assimilation et les résultats sur les cultures sont aussi identiques.

De l'ensemble des expériences précédentes, il résulte que le calcaire associé au phosphate empêche, dans une grande mesure, la dissolution de l'acide acétique. Ce point n'est pas seulement établi par nos propres essais : il découle aussi d'expériences anté-

rieurement faites par d'autres chimistes, et qui sont relatées dans l'excellent traité sur *Les Engrais*, de MM. Müntz et Girard[1] :

Dans une série d'essais de détermination de l'assimilabilité relative de différents phosphates, MM. Vivien et Durin, en traitant ces produits par l'acide acétique, ont obtenu les proportions suivantes d'acide phosphorique dissous pour 100 de l'acide phosphorique total de l'échantillon :

TABLEAU N° 5.

Provenance du phosphate.	Minimum.	Maximum.	Moyenne.
Ardennes	»	»	19.0
Meuse	»	»	16.8
Quiévy	6.4	38.2	22.3
Somme	5.75	15.95	11.5
Ciply	1.7	7.9	5.8
Pernes	»	»	3.9

Il est regrettable que les auteurs n'aient pas joint à ces résultats les teneurs en carbonate de chaux; néanmoins on peut penser que les trois premiers phosphates, provenant de l'étage des grès verts, contenaient moins de calcaire que le phosphate de la Somme, moins riche lui-même en cette matière que les craies phosphatées de Ciply et de Pernes; les proportions d'acide phosphorique dissous suivent aussi le même ordre décroissant.

L'obstacle produit par la présence du calcaire à la dissolution de l'acide phosphorique par l'acide acétique, a été vérifié encore par l'expérience suivante :

2 grammes de phosphate du Boulonnais n° 1 (18.81 d'acide phosphorique, 7.2 de calcaire) ont été mélangés intimement avec 0 gr. 8 de sable calcaire finement pulvérisé, et contenant 0 gr. 534 de carbonate de chaux. Le mélange contient donc au total 0 gr. 145 + 0 gr. 534, soit 0 gr. 679 de calcaire, chiffre sensiblement identique à celui de 0 gr. 669, représentant la dose contenue dans 2 grammes de phosphate de la Somme n° 4. On a fait agir sur ce mélange, pendant 24 heures, 100 centimètres cubes d'acide acétique à 50, 20 et 10 p. 100. Les résultats obtenus sont inscrits ci-dessous; en regard se trouvent les résultats fournis dans les conditions identiques par le phosphate de la Somme, sans aucune addition.

1. T. II, p. 539.



TABLEAU N° 6. — *Influence de l'addition du calcaire sur la dissolution par l'acide acétique.*

		BOULONNAIS — Additionné de sable calcaire.	SOMME — Sans addition de sable calcaire.
Pour 100 de matière.	Acide phosphorique total	18.81	17.87
	Acide phosphorique dissous par 100^{cc} acide acétique à :		
	50 p. 100	0.78	0.68
	20 p. 100	0.62	0.42
	10 p. 100	0.16	0.24
P. 100 d'acide phosphorique total.	Acide phosphorique dissous par 100^{cc} acide acétique à :		
	50 p. 100	4.1	3.8
	20 p. 100	3.2	2 3
	10 p. 100	0.8	1.3

Ces résultats donnent lieu aux observations suivantes :

1° Les nombres qui se rapportent au phosphate du Boulonnais mélangé au sable calcaire, sont de beaucoup inférieurs à ceux obtenus précédemment sans cette addition. Nouvelle preuve de l'action spéciale du carbonate de chaux. (Voir tableau n° 5.)

2° Les deux colonnes donnent des chiffres sensiblement égaux : d'où il résulte que les deux phosphates du Boulonnais et de la Somme, avec une teneur égale de calcaire, se comportent vis-à-vis de l'acide acétique à peu près de la même façon. C'est ce que nous avons déjà observé précédemment.

En résumé, si l'on passe en revue tous les chiffres obtenus dans les expériences sur l'attaque des phosphates par l'acide acétique, on est frappé des faibles proportions d'acide phosphorique dissous, et on est tenté d'en conclure que les acides du sol n'exercent sur les phosphates qu'une action peu énergique. Cependant, si l'on se reporte au chiffre donné plus haut de 7 grammes d'acide acétique ou d'analogues par kilogramme de terre, ce qui correspondrait, pour une épaisseur de 0^{m},20, à 14,000 kilos d'acides libres environ par hectare, si l'on réfléchit au temps pendant lequel s'accomplissent les réactions, à la dissémination des acides et du phosphate, on est conduit à penser que l'assimilation de l'acide phosphorique par la plante est facilitée et activée, grâce à une dissolution préalable de cette matière par les acides du sol.

§ 3. — Action dissolvante de l'acide carbonique sur les phosphates.

La terre arable contient d'une façon permanente une certaine proportion d'acide carbonique gazeux, qui y prend naissance d'abord par suite du phénomène de respiration des racines, et aussi par la combustion lente des résidus organiques de la végétation. La proportion de ce gaz est éminemment variable, suivant l'abondance des débris humifères, la composition physique du sol, sa perméabilité, etc... Dans une série de recherches sur ce sujet, Boussingault et Lewy ont indiqué les proportions suivantes d'acide carbonique existant dans l'atmosphère de différents sols[1] :

0 gr. 8 d'acide carbonique pour 100 volumes d'air; dans les sols récemment fumés, cette quantité s'élève à 1 gr. 54 et 2 gr. 24.

Au champ d'expériences de Grignon, M. Dehérain a trouvé les quantités suivantes :

1 gr. 16 et 1 gr. 38 d'acide carbonique pour 100 litres d'air, dans un sol fumé.

1 gr. 13, 1 gr. 16, 0 gr. 98 d'acide carbonique pour 100 litres d'air, dans un sol pauvre.

Bien que l'acide carbonique soit un des acides les moins énergiques que l'on connaisse, il joue dans le sol une action dissolvante du plus haut intérêt : il solubilise le calcaire, et c'est grâce à lui que les eaux qui s'écoulent des terrains riches en cet élément, contiennent toujours du carbonate de chaux dissous à l'état de bicarbonate. En outre, il agit aussi sur les phosphates du sol, et à ce titre, il nous a paru important, comme complément aux recherches précédentes, de rechercher dans quelle mesure l'acide carbonique concourait, soit seul, soit avec l'aide des autres acides du sol, à la solubilisation de l'acide phosphorique des engrais.

Une première expérience a été faite sur ce sujet, en se maintenant autant que possible dans des conditions identiques à celles des actions que nous venons de rapporter.

2 grammes de phosphate du Boulonnais (n° 1) et de la Somme

1. Dehérain, *Chimie agricole*, p. 400.

(n° 4), ont été mis en contact avec 100 centimètres cubes d'eau contenant 10 centimètres cubes d'acide acétique. On a fait passer dans le mélange un courant d'acide carbonique pendant une heure; puis, après digestion de vingt-quatre heures dans un flacon bouché, on a filtré, et dosé l'acide phosphorique dans le liquide. Les résultats sont les suivants :

TABLEAU N° 7. — *Action des acides acétique et carbonique réunis sur les phosphates.*

		Boulonnais.	Somme.
		—	—
	Acide phosphorique total.	18.81	17.87
P. 100 de phosphate.	Acide phosphorique dissous par l'acide acétique à 10 p. 100 + courant d'acide carbonique. . .	1.80	0.54
P. 100 d'acide phosphorique.	Acide phosphorique dissous par l'acide acétique à 10 p. 100 + courant d'acide carbonique. . .	9.5	3.0

Les nombres obtenus précédemment au moyen de l'acide acétique à 10 p. 100, sans courant d'acide carbonique, sont respectivement égaux à 7.6 et 1.3 d'acide phosphorique dissous, pour 100 d'acide phosphorique total. Il semble donc que l'acide carbonique favorise légèrement la dissolution. Toutefois, les différences sont trop faibles pour qu'on puisse, d'après ces expériences, attribuer à l'acide carbonique un rôle important.

On a pensé alors qu'on obtiendrait un résultat plus marqué en faisant agir sur les phosphates l'acide carbonique sous pression, soit seul, soit en même temps que les acides acétique et citrique. En effectuant simultanément des essais identiques comme quantités de phosphate et concentrations des liqueurs acides, mais sans le concours de l'acide carbonique, on aurait ainsi une notion précise sur l'influence de ce gaz. C'est ce que nous avons réalisé de la façon suivante :

On a choisi six siphons à eau de seltz de contenance aussi semblable que possible; ces siphons ont reçu chacun 10 grammes de poudre de phosphates, et on a introduit en plus dans deux d'entre eux 10 centimètres cubes d'acide acétique pur, et dans deux autres, une solution concentrée de 5 grammes d'acide citrique cristallisé. Les siphons ont été alors rapidement bouchés, et remplis d'eau gazeuse au moyen d'une petite machine François chargée à une pression de 10 atmosphères. Le remplissage ne peut se faire qu'aux

4/5es environ, mais le point essentiel est que les siphons contiennent tous sensiblement le même volume de liquide. On a ainsi préparé six expériences :

Nos 1 et 2. — Eau chargée d'acide carbonique seulement.
Nos 3 et 4. — Eau chargée d'acide carbonique + 10 cc. acide acétique.
Nos 5 et 6. — Eau chargée d'acide carbonique + 5 gr. acide citrique.

Les numéros impairs reçoivent 10 grammes de phosphate du Boulonnais n° 1, et les numéros pairs 10 grammes de phosphate de la Somme n° 4.

Comme terme de comparaison, on a disposé encore quatre expériences sans le concours de l'acide carbonique : nos 7 et 8, — 600 centimètres cubes d'eau contenant 10 centimètres cubes d'acide acétique; nos 9 et 10, — 600 centimètres cubes d'eau contenant 5 grammes d'acide citrique.

(Ce volume de 600 centimètres cubes d'eau est sensiblement égal à celui des liquides dans les siphons.)

Les dix flacons sont conservés au laboratoire et reçoivent de fréquentes agitations. Au bout de cinq jours, on met fin aux expériences.

On extrait d'abord les liquides des siphons et on les mesure; on filtre ensuite, et on prélève des parties aliquotes de liqueurs pour doser l'acide phosphorique. On opère de même pour le contenu de flacons nos 7 à 10.

Avant de discuter les résultats, il est bon de noter l'observation suivante :

50 centimètres cubes environ du liquide n° 4 (phosphate de la Somme avec acide carbonique et acide acétique), qui présente une réaction acide, ont été neutralisés exactement par de l'ammoniaque étendue. L'ébullition de ce liquide y a produit un précipité abondant, attestant la présence du bicarbonate de chaux. On a filtré, et dans la liqueur, on a constaté aisément la présence de la chaux. Donc le liquide n° 4 contient à la fois de l'acétate et du bicarbonate de chaux.

On n'a pas pu faire la même constatation pour le liquide n° 6, à acide citrique, car l'ébullition y produit un précipité abondant de citrate de chaux.

Les quantités d'acide phosphorique dissous dans les divers essais sont indiquées dans le tableau suivant :

TABLEAU N° 8. — *Attaque de plusieurs phosphates par l'acide carbonique sous pression.*

		Boulonnais.	Somme.
	Acide phosphorique total	18.81	17.87
P. 100 de phosphate.	Acide carbonique dissous par acide carbonique seulement	0.24	0.059
	Acide phosphorique dissous par acide carbonique + acide acétique	1.27	0.138
	Acide phosphorique dissous par acide carbonique + acide citrique	3.33	0.191
	Acide phosphorique dissous par acide acétique seulement	0.99	0.033
	Acide phosphorique dissous par acide citrique seulement	2.97	0.085
P. 100 de l'acide phosphorique total.	Acide phosphorique dissous par acide carbonique seulement	1.2	0.33
	Acide phosphorique dissous par acide carbonique + acide acétique	6.7	0.77
	Acide phosphorique dissous par acide carbonique + + acide citrique	17.7	1.07
	Acide phosphorique dissous par acide acétique seulement	5.3	0.18
	Acide phosphorique dissous par acide citrique seulement	15.7	0.47

Ces résultats démontrent les points suivants :

1° L'influence retardatrice de la haute teneur en calcaire du phosphate de la Somme est encore très sensible; les nombres fournis par ce phosphate sont partout inférieurs à ceux du phosphate du Boulonnais ;

2° L'acide carbonique, même employé sous pression, ne dissout que de très faibles proportions d'acide phosphorique (1.2 et 0.33 pour 100).

3° L'action simultanée de l'acide carbonique associé soit à l'acide acétique, soit à l'acide citrique, n'a pas exercé une influence très marquée sur la dissolution des phosphates. Les quantités dissoutes dans les deux cas sont à peine supérieures à celles correspondantes obtenues sans le concours de l'acide carbonique. Pour le phosphate de la Somme, les nombres sont si faibles que l'on n'en peut tirer aucune conclusion précise ;

4° L'acide citrique et l'acide acétique ont été employés à des concentrations comparables, comme nous l'avons indiqué précédemment. Ils ont exercé, soit employés seuls, soit associés à l'acide carbonique, des actions dissolvantes très inégales, l'acide

citrique se montrant plus énergique. C'est un fait que nous avons déjà observé à plusieurs reprises.

En résumé, l'ensemble de ces expériences montre que l'acide carbonique justifie son nom d'acide faible, au point de vue de la dissolution des phosphates; mais nous pensons que cela tient surtout aux conditions de nos essais qui ont duré peu de temps, et dans lesquels nous avons employé des acides très dilués pour nous rapprocher le plus possible des conditions existant dans le sol. Mais il est certain que son influence dans la dissolution des phosphates est loin d'être nulle, et nous en trouvons la preuve dans une dernière expérience que nous avons faite à la suite de celles qui précèdent :

Les phosphates nos 1 et 2, non dissous dans les siphons à acide carbonique employé seul, ont été détachés des filtres et desséchés à froid sous l'acide sulfurique. On y a dosé l'acide phosphorique total; puis, 2 grammes de chacun ont été mis en contact avec 100 centimètres cubes d'acide acétique à 10 p. 100. On a obtenu les résultats suivants :

		Boulonnais.	Somme
	Acide phosphorique total.	19.02	19.37
P. 100 d'acide phosphorique total.	Acide phosphorique dissous par l'acide acétique à 10 p. 100.	9.8	7.6

Les deux produits qui contenaient à l'origine 18.81 et 17.87 d'acide phosphorique total, se sont donc, surtout celui de la Somme, enrichis sensiblement par l'action de l'acide carbonique. Mais le fait important est celui-ci : les deux phosphates primitifs, traités par l'acide acétique à 10 p. 100, avaient laissé dissoudre respectivement 7.6 et 1.3 p. 100 de leur acide phosphorique total. Après traitement par l'acide carbonique, l'action de l'acide acétique à 10 p. 100 enlève respectivement aux phosphates 9.8 et 7.6 p. 100 de leur acide phosphorique total, quantités notablement supérieures aux précédentes. Le véritable rôle de l'acide carbonique nous apparaît donc ainsi : il dissout le calcaire et favorise ainsi la dissolution du phosphate par les acides faibles.

Avant de résumer les différents points de ce travail, il nous reste à répondre à une question qui s'est présentée plusieurs fois dans le courant de notre mémoire. Nous avons trouvé constamment que le calcaire associé au phosphate était le principal obstacle à l'assimilation de l'acide phosphorique. Serait-il aisé, par

suite, de débarrasser les phosphates de la Somme de leur gangue calcaire, non seulement pour accroître leur richesse, mais aussi pour augmenter leur assimilabilité et par suite leur valeur?

De nombreux essais ont été faits dans ce but. Dans son remarquable article sur les « Phosphates », publié dans le *Dictionnaire d'agriculture*[1], Millot, ancien professeur à Grignon, passe ainsi en revue les divers procédés proposés :

« *Enrichissement des phosphates pauvres.* — Il existe de grandes quantités de phosphates à gangue calcaire dont la teneur en phosphate est trop peu élevée pour en permettre le traitement par les acides. Nous avons vu que M. Petermann avait essayé de dissoudre les phosphates pauvres de Ciply par l'acide chlorhydrique étendu; mais il avait dissous le phosphate en même temps que le calcaire et les pertes étaient trop considérables.

« M. L'Hote (*Comptes rendus*) a indiqué une méthode qui consiste à calciner dans un four à chaux ou à réverbère, les phosphates à gangue calcaire en présence de la vapeur d'eau, de manière à transformer le carbonate en chaux caustique, que l'on peut enlever à l'aide d'acide chlorhydrique très étendu. Le phosphate est ensuite lavé pour le débarrasser du chlorure de calcium et séché. On a pu ainsi amener un phosphate contenant 34 p. 100 de phosphate de chaux à une teneur de 75 p. 100.

« M. Winkelhofer à Neutischein (Moravie) a breveté, en 1883, un procédé qui a été installé en Belgique pour les phosphates de Ciply, et qui consiste à séparer la chaux vive préparée comme ci-dessus, du phosphate, à l'aide d'une solution sucrée. La solution était ensuite traitée par l'acide carbonique, et pouvait servir à de nouvelles séparations. Bien qu'on employât la mélasse, il fallait, pour une tonne de phosphate obtenue, l'équivalent de cinq tonnes de mélasse, et ce procédé, malgré la régénération, était trop coûteux.

« A Mesvin-Ciply, on est parvenu à enrichir la craie brune dont la teneur en phosphate est de 10 à 20 p. 100, en la pulvérisant et soumettant ensuite la matière à un courant d'air ascendant qui enlève la farine crayeuse dont la friabilité est très grande et laisse retomber les petits grains phosphatés qui n'ont pas été réduits en poudre fine, et sont plus lourds. On obtient ainsi des produits renfermant 50 à 60 p. 100 de phosphate.

1. Tome IV, page 137.

« Un autre procédé, appliqué à Ciply, permet d'arriver aux mêmes résultats. On calcine légèrement la craie brune, et on lave la matière délitée dans les appareils de préparation mécanique des minerais, tels que les cribles à secousses du Hartz. La chaux pulvérulente est entraînée par le courant d'eau, et laisse les grains bruns de phosphates.

« Ces procédés pourront être appliqués à la craie grise de Beauval, quand les gisements riches auront été épuisés. »

On voit que ces divers travaux avaient en vue l'application des phosphates pauvres à la préparation des superphosphates : nos expériences montrent qu'il serait très désirable de voir, dès maintenant, l'un des moyens précédents entrer en pratique d'une façon régulière, et être appliqués aussi aux phosphates destinés directement à la culture. Leur valeur fertilisante serait, par ce fait, considérablement augmentée.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

1° Les phosphates naturels provenant des divers pays d'extraction, se vendent, surtout en Bretagne, à des cours très différents, et, d'autre part, les expériences culturales directes ne justifient pas toujours les différences de prix qui existent dans le commerce de ces engrais. Le présent travail a été entrepris dans l'espoir de découvrir la cause de la préférence que l'on accorde aux phosphates des grès verts, dits du Boulonnais, comparativement aux phosphates de la Somme.

2° Les procédés chimiques, emploi du citrate et de l'oxalate d'ammoniaque, proposés jusqu'ici pour la détermination de l'acide phosphorique assimilable, ne donnent, appliqués aux phosphates naturels, que des résultats imparfaits, et en outre, ne représentent nullement ce qui se passe en réalité dans le sol.

3° Les acides faibles, acide acétique proposé par M. Dehérain, acide citrique proposé par sir Bernard Dyer, pour la détermination de l'acide phosphorique assimilable du sol, nous paraissent devoir donner des résultats plus probants avec les phosphates naturels : ces acides exerceront, en effet, une action comparable à celle des acides de la terre, et des sucs acides des racines.

4° La réaction acide est très répandue dans les produits végétaux et en particulier dans les racines. L'étude de ces acides est

entravée par la difficulté que l'on éprouve à séparer du sol un poids de racines suffisant pour en extraire les matières qu'elles contiennent, mais en opérant sur des tubercules de pommes de terre dont la réaction est acide, nous avons pu en extraire de l'acide citrique.

5° Les acides des racines sont très énergiques. Leur action corrosive sur les corps durs comme le marbre est bien connue. En répétant les expériences de Sachs, nous avons vu des racines de pois, creuser leur sillon à la surface du marbre en lui arrachant 0 gr. 4 de carbonate de chaux. Les mêmes expériences, effectuées avec des plaques d'apatite polie, ont également tracé des sillons nombreux à la surface de ce minéral, et le sarrasin qu'on y a cultivé lui a enlevé un poids de 45 milligrammes d'acide phosphorique.

6° Deux échantillons de phosphate du Boulonnais et de la Somme, ont été mis en contact, dans des conditions semblables, avec plusieurs solutions d'acide citrique. Les quantités d'acide phosphorique dissous ont été très inégales, le phosphate du Boulonnais se montrant beaucoup plus attaquable que celui de la Somme. Ce résultat est conforme à la préférence que la pratique agricole accorde aux produits des grès verts.

7° Mais l'inégalité de dissolution ne tient pas à une différence de dureté des deux produits; elle est due à leur teneur inégale en carbonate de chaux. Dans nos essais, le phosphate du Boulonnais contenant 7 p. 100, et celui de la Somme, 33 p. 100 de calcaire, le premier a laissé dissoudre une plus forte proportion de son acide phosphorique que le second.

8° Les différences constatées ne peuvent s'expliquer par une simple saturation de l'acide citrique par le calcaire associé au phosphate. Le calcaire exerce un obstacle à la dissolution, d'une nature spéciale; une faible quantité de ce corps suffit à empêcher l'action dissolvante d'une grande quantité d'acide. Ce fait a été vérifié constamment dans une série de vingt-quatre expériences effectuées dans des conditions diverses, et avec des phosphates différents d'origine et de teneur en acide phosphorique et en calcaire.

9° Les terres de bruyères, de landes, ont une réaction nettement acide. M. Dehérain a caractérisé dans ces sols l'acide acétique libre. Nous avons fait la même constatation sur une terre

de landes; et bien que nous n'ayons pu évaluer la proportion de cet acide, nous avons trouvé que l'acidité totale du sol, rapportée au type de l'acide acétique, correspondait à 7 grammes environ d'acide par kilo de terre.

10° En faisant agir l'acide acétique sur les phosphates des précédentes expériences, on voit que cet acide agit comme dissolvant bien moins énergique que l'acide citrique. En outre, le calcaire exerce encore un obstacle considérable à la dissolution de l'acide phosphorique.

11° L'action de l'acide carbonique sur les phosphates est d'une nature spéciale. Il ne dissout pas par lui-même des quantités notables d'acide phosphorique; mais il solubilise aisément le carbonate de chaux, et par cela même, il facilite la dissolution du phosphate de chaux par les autres acides du sol.

Comme conclusion, on peut dire que le prix qu'il convient d'attribuer sur le marché aux différents phosphates naturels, ne devrait pas être, comme cela se pratique aujourd'hui, uniquement basé sur la proportion d'acide phosphorique total qu'ils contiennent. C'est un fait reconnu aujourd'hui que la terre arable renferme des stocks importants d'acide phosphorique qui ne sont pas immédiatement utilisables par les végétaux, et nous avons mentionné plusieurs procédés de détermination de l'acide phosphorique assimilable du sol. Pour les phosphates naturels également, l'assimilabilité est très différente d'un produit à un autre; d'après nos expériences le principal obstacle à cette assimilation est la présence d'une quantité notable de calcaire associé au phosphate. Peut-être, le jour n'est-il pas éloigné où, dans l'analyse des phosphates naturels, on déterminera non seulement l'acide phosphorique total, mais, en outre, la proportion de calcaire et la fraction du phosphate soluble dans un acide faible, acétique ou citrique, de concentration déterminée; puis, dans l'établissement du prix de vente, on baissera la valeur du kilogramme d'acide phosphorique en raison de la quantité de calcaire qui l'accompagne.

Quant aux phosphates tels que ceux de la Somme qui contiennent, lorsque leur richesse n'est pas très grande, une proportion notable de carbonate de chaux, le seul procédé vraiment efficace pour accroître leur valeur consiste à les débarrasser de leur gangue calcaire. Si l'on parvient à rendre pratique et économique

l'un des procédés indiqués à cet effet, son fonctionnement donnera une plus-value marquée aux phosphates extraits des terrains calcaires. Le cultivateur aurait, à notre avis, grand avantage à se procurer des phosphates ainsi enrichis par la disparition de leur carbonate de chaux, même s'il devait les acheter a un prix un peu supérieur aux prix habituels. La question, au point de vue agricole, n'a pas encore été abordée dans ce sens; il est désirable de voir entreprendre, sur ce sujet, des expériences culturales, qui permettront de vérifier si, suivant un mot célèbre, « l'opinion des plantes » sera conforme à celle que nous avons émise.

REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

Physiologie végétale.

De l'influence du développement des graines sur l'abondance de la chair des fruits, par M. Muller (Thurgovie)[1]. —Tout le monde connaît les raisins de Corinthe, si fréquemment employés en pâtisserie. Les grains en sont très petits, mais ils ne renferment pas de pépins; il est du reste plusieurs autres espèces, des pommes, des prunes (stoneless), qui présentent ce même phénomène assez curieux. A quoi donc peut-être dû ce développement particulier de la paroi ovarienne dans un ovaire dont les ovules ne se sont pas transformés en graines? Lorsque l'œuf fécondé d'un mammifère s'est fixé dans l'utérus, nous voyons celui-ci grandir, se fortifier, se vasculariser, nous voyons un placenta se former, nous voyons les mamelles se développer et sécréter du lait; nous sommes habitués à cette idée d'une corrélation entre la fécondation et le développement d'organes parfois fort lointains.

Il semble donc que cet accroissement extraordinaire de l'ovaire des plantes soit un phénomène semblable, un phénomène « induit » par la fécondation de l'oosphère dans le sac embryonnaire.

M. Müller-Thurgovie s'est d'abord occupé de la vigne; il a vu que l'absence des pépins dans des fruits qui ont pris néanmoins un certain développement n'est pas due au défaut de la pollinisation, car si on empêche l'accès du pollen, l'ovaire ne prend aucun accroissement, les fleurs tombent invariablement. On obtient des grains de raisins sans pépins, lorsque le pollen ayant germé sur le stigmate, a poussé son tube pollinique, dans le tissu conducteur du style, sans qu'il y ait eu véritablement fécondation.

Dans bien des cas la fécondation proprement dite est même complètement impossible, par exemple chez la variété « aspirant », dont les ovules sont tout à fait monstrueux et ne renferment ni sac embryonnaire, ni, à plus

1. *Berichte der Schweizerischen botanischen Gesellschaft*, Berne, 1593, 15; — *Bot. Centralbl. Beihefte*. IV, 1er fasc., 23.

forte raison, d'oosphère. Chez cette variété, comme ailleurs, l'ovaire ne subit aucun accroissement si on empêche la pollinisation; on obtient des fruits sans pépins si on la laisse s'opérer.

Le nombre des graines a une influence sur le développement de la pulpe des fruits; plus il est élevé, plus la pulpe est abondante, mais en même temps la maturation est plus lente.

Chez un pommier qui produisait des pommes sans pépins, l'auteur n'a pas trouvé la moindre indication d'ovules dans l'ovaire; ici l'accroissement de l'ovaire dépend donc uniquement de la pénétration du tube pollinique dans le style et l'ovaire VESQUE.

Le chémotropisme chez les champignons, par M. MANABU MIYOSHI[1]. — C'est à M. Pfeffer que nous devons les premières connaissances qui ont dévoilé toute une classe de phénomènes d'excitation chimique. L'excitant est ici une substance chimique appropriée, variant d'un objet à l'autre, qu'il faut par conséquent rechercher par de patients tâtonnements pour chaque cas particulier. Un cristal d'acide malique déposé dans une goutte d'eau crée autour de lui une solution dont la concentration diminue à mesure qu'on s'en éloigne. Si la même goutte d'eau tient en suspension des anthérozoïdes de fougères, ces petits organismes motiles sont excités chimiquement et répondent à cette excitation en se dirigeant tout d'abord vers le cristal jusqu'à une distance où la concentration est telle que l'anthérozoïde reste indifférent. S'il était placé plus près du cristal, c'est-à-dire dans une solution plus concentrée, il prendrait la fuite.

D'après la terminologie actuelle, cette sorte de phénomènes caractérisés par le déplacement de l'organisme tout entier, porte le nom de « chémotaxie ». Il est facile d'éviter les concentrations très fortes, répulsives, en se servant, non d'un cristal d'acide malique, mais d'une dissolution de ce corps, assez faible pour exercer une attraction et que l'on enferme dans de très fins tubes capillaires; en ce cas, les anthérozoïdes iront se prendre dans les tubes. Cette méthode est surtout propre à l'étude des effets des solutions différemment concentrées, à la recherche des minima, optima et maxima de concentration.

Que l'on s'adresse maintenant à des tubes polliniques, par exemple, on les voit se diriger vers le micropyle pour y pénétrer et aller se loger tout contre le sac embryonnaire qui est même plus ou moins fortement refoulé; nous pouvons soupçonner un effet analogue qui suivrait l'excitation produite par une substance, nous ne savons laquelle, émanée sans doute du sac embryonnaire et peut-être plus spécialement des synergides, comme le croit M. Strasburger. Ce ne sera plus là de la « chémotaxie », mais du « chémotropisme », l'organisme tout entier ne se déplace pas, mais la partie du tube qui est encore en voie d'accroissement se courbe de manière à se diriger vers la source du produit excitant.

L'auteur, en présence de ce fait entre autres, que les champignons parasites pénètrent dans la plante nourricière, a pensé que ces végétations sont sans doute chémotropiquement excitables. Il a donc entrepris des expériences

1. *Botan. Zeit.*, 1894, 1re fasc.

sur les ***Mucor Mucedo*** et ***stolonifer***, le ***Phycomyces nitens***, le ***Penicillium glaucum***, l'***Aspergillus niger*** et le ***Sapro legnia ferax***. Il a fait germer les spores de ces champignons en chambre humide, sur des membranes ou lames fines percées de petits trous que l'on disposait ensuite sur la solution de la substance à essayer ou sur une plaque de gélatine à laquelle cette même substance était incorporée.

On peut se servir à cet effet de membranes de collodion, de pelures d'oignon ou de fines lames de mica. Si les hyphes obéissent à l'excitation chimique, elles doivent pénétrer par les trous et se répandre dans le milieu excitant, sinon, elles doivent passer indifférentes à côté des perforations. On a obtenu de très bons résultats en faisant germer les spores sur des feuilles des *Tradescantia discolor* ou *procumbens* dans lesquelles on avait injecté la solution, l'action chémotropique se traduisait alors par la pénétration des hyphes à travers les stomates de la plante. L'auteur a eu recours également à la méthode des tubes capillaires employés jusqu'alors seulement pour les bactéries et les anthérozoïdes; ils étaient d'un bon emploi pour le Saprolegnia qui est un champignon aquatique.

Toutes les précautions ont été naturellement prises pour se mettre en garde contre les excitations de contact, le géotropisme et l'héliotropisme, on s'est également mis à l'abri des différences d'humidité et d'éclairage, la température enfin était maintenue entre 18 et 21 degrés.

Il est intéressant de noter tout d'abord la distance à laquelle l'action attractive peut encore se faire sentir. On y parvient en perçant la membrane de collodion d'un petit nombre seulement de trous. Les hyphes qui en sont séparées par une distance égale à douze, quinze fois la longueur des spores recourbent encore leur sommet vers la solution excitante, mais c'est là le maximum.

On a essayé ainsi les phosphates, les nitrates, les sulfates, les chlorures, les carbonates, des acides inorganiques et organiques, des alcalis, des hydrates de carbone et enfin des mélanges, tels que l'extrait de viande, le jus de pruneaux, etc.

Quelques-unes de ces matières exercent une attraction chémotropique forte ou médiocre, d'autres sont au contraire défavorables ou tout au moins n'attirent pas. A ces différences qui résident dans la nature des substances, viennent s'en ajouter d'autres, prenant leur source dans les propriétés spécifiques des différents champignons, telles que les diverses espèces ne se comportent pas de la même manière vis-à-vis de la même substance. Néanmoins les cinq moisissures sont assez semblables sous ce rapport, mais le *Saprolegnia* est assez différent.

Les champignons sont positivement excités, c'est-à-dire attirés par les sels ammoniacaux (nitrate, chlorhydrate, malate, tartrate), par les phosphates (de potasse, de soude, d'ammoniaque), par l'extrait de viande, la peptone, les sucres de canne et de raisins (qui sont moins bons pour le *Saprolegnia*), l'asparagine, etc. L'extrait de viande agit probablement par les phosphates qu'il renferme. D'autres substances phosphorées, comme la lécithine, la solution nourricière de Knop (à cause de son acide phosphorique) attirent le *Saprolegnia*.

La glycérine et la gomme arabique à 2 p. 100 sont indifférentes, mais deviennent un peu attractives à une concentration plus forte. Les substances répulsives sont : tous les acides libres inorganiques ou organiques, les alcalis, l'alcool et quelques sels, par exemple le tartrate double de potasse et de soude, le nitrate de potasse, le chlorate de potasse, le sulfate de magnésie, etc. ; toutes ont été employées à un degré de dilution tel qu'elles n'ont pas pu agir à la manière des poisons, nous sommes donc bien en présence d'un phénomène physiologique normal. Ajoutons, et il fallait s'attendre à cela, que des matières attractives à faible concentration peuvent devenir répulsives lorsqu'elles sont offertes en solutions plus fortes.

En y réfléchissant un peu on trouve qu'il doit être très difficile de qualifier un corps de répulsif : en effet, l'hyphe ne se dirigera pas vers ce corps ; elle ne peut pas le fuir puisqu'elle ne s'en est pas approchée, et il devient ainsi impossible de distinguer entre l'indifférence et la répulsion. L'auteur s'est tiré de ce pas difficile avec une ingéniosité qui lui fait le plus grand honneur : connaissant une substance franchement attractive, il y mélange la matière qu'il veut soumettre à l'épreuve ; si cette dernière est indifférente, elle n'abaissera pas le pouvoir attractif de la première ; si elle est répulsive, elle le diminuera ou le supprimera.

En lisant les lignes qui précèdent, le lecteur compétent a été frappé de l'effet répulsif qu'exercent des sels éminemment nourriciers : les tartrate et nitrate de potasse, le sulfate de magnésie, la glycérine ; cette dernière, nous l'avons vu, est indifférente. Il y a donc là deux choses tout à fait distinctes, et le chémotropisme apparaît comme n'étant pas une affaire de pure téléologie, ni surtout de nutrition.

La concentration-seuil, c'est-à-dire celle au-dessous de laquelle il n'y a plus d'effet (pourquoi ne pas l'appeler la concentration minima ?) est souvent très faible pour les substances les plus efficacement attractives. « Cinq millièmes pour cent » d'extrait de viande réagissent manifestement sur les hyphes de *Saprolegnia*, un dix millième de glycose attire celles des *Mucor Mucedo* et *stolonifer*.

Les *Botrytis Bassiana* et *tenella*, le premier, parasite des vers à soie, le second, du ver blanc ou larve du hanneton, sont attirés par des solutions à 2 p. 100 d'extrait de viande ou de peptone ; l'urée agit moins, les sucres sont indifférents.

Une décoction de feuilles de blé attire l'*Uredo linearis*.

Les hyphes de plusieurs moisissures, après avoir pénétré dans les feuilles de *Tradescantia*, percent et traversent les membranes cellulaires, cultivées sur des pellicules d'oignons, elles les traversent également sous l'influence de l'attraction chémotropique. Il est probable que les parasites s'introduisent ainsi dans le corps de leurs hôtes.

L'auteur termine son intéressant travail par quelques expériences sur les tubes polliniques de la Digitale, du *Mimulus*, du *Torenia*, de quelques Epilobes et Enothères et de la Primevère de Chine.

Le sucre de canne, la glycose et la dextrine à 2 p. 100 sont éminemment attractifs, la lévulose, la lactose et la maltose beaucoup moins ; l'extrait de viande, la peptone, l'asparagine, la glycérine, la gomme arabique sont indif-

férents, enfin l'alcool, le phosphate d'ammoniaque, le nitrate de potasse, le malate de soude, sont plus ou moins répulsifs.

L'optimum pour le sucre de canne correspond à la solution à 4-10 p. 100. A 15 p. 100, il n'y a plus de pénétration, à 0.25 p. 100 on constate encore un effet appréciable, mais à 1 p. 1000 il n'y a plus rien. VESQUE.

Chimie agricole

De la valeur comme engrais des boues obtenues dans les établissements de filtration des eaux d'égouts, par M. KÖNING [1]. — La ville de Dortmund a fondé un établissement de purification et de clarification des eaux d'égouts, dans lequel on obtient une quantité considérable de vase. Les eaux traversent d'abord plusieurs fossés dans lesquels se déposent les impuretés les plus grossières pour arriver ensuite dans l'usine de purification proprement dite, où elles sont additionnées de chaux et de sulfate d'alumine. Il se forme un volumineux précipité qui entraîne les matières organiques et inorganiques insolubles les plus fines. Le tout est reçu dans un système de puisards où les précipités se déposent et d'où on les retire à l'état d'un limon très clair. Celui-ci est répandu sur un terrain très perméable qui lui enlève la plus grande partie de l'eau en excès, puis il est exposé à l'air, où il se dessèche davantage encore.

Le cultivateur pourra disposer ainsi de deux espèces de boues, celle des premiers fossés et celle des puisards.

Il résulte des analyses qu'un mètre cube de ces boues et qui se vend environ 0 fr. 60 centimes, renferme :

	BOUES	
	Des premières fosses.	Des puisards.
Matières organiques	225 79	201 89
Azote de ces matières	8 48	4 90
Matières minérales	380 19	482 11
Dans lesquelles :		
Chaux	32 60	170 43
Magnésie	2 30	75 08
Potasse	1 45	1 25
Acide phosphorique	4 48	6 22

Or, si on considère seulement l'azote, la potasse et l'acide phosphorique en donnant à chacun de ces aliments sa valeur commerciale actuelle, on arrive à fixer le prix des boues des premières fosses à 9 fr. 10 centimes, celui des boues des puisards à 6 fr. 50 centimes.

On n'a pas appris jusqu'à présent que les limons contiennent des substances nuisibles ou vénéneuses pour les plantes. Le sulfate d'alumine n'enlève rien de sa valeur à la matière, la chaux tendrait plutôt à l'augmenter.

1. *Braunschweig. landwirthsch. Zeitung*, 1892, 169.

Le Gérant : G. MASSON.

Paris. — Imprimerie L. MARETHEUX, 1, rue Cassette.

ALIMENTATION DES VÉGÉTAUX

PAR L'HUMUS ET LES MATIÈRES ORGANIQUES

PAR

M. E. BRÉAL

Lauréat de l'Institut,
Attaché au laboratoire de physiologie végétale du Muséum.

Les agriculteurs ont toujours considéré comme un indice de fertilité, la présence dans la terre de la substance brune provenant de la décomposition lente des végétations antérieures et qu'on appelle humus. On lui donne aussi quelquefois le nom d'acide humique ou ulmique, parce qu'on la rencontre dans la terre en combinaison avec une base.

L'humus n'a pas une composition chimique stable, car il est toujours en voie d'oxydation, étant la proie d'un nombre infini d'organismes microscopiques qui le brulent et en dégagent de l'acide carbonique. Ces organismes sont d'autant plus actifs que la température est plus élevée, ainsi que l'a montré M. Wolny[1], qui a déterminé de mois en mois la quantité d'acide carbonique qu'ils produisent.

Proportion en volume de l'acide carbonique existant dans 100 volumes de gaz extrait de la terre à une profondeur de $1^{m},50$.

	Acide carbonique.	Température.		Acide carbonique.	Température.
Janvier. . .	3.84	5.5	Juillet. . .	8.93	13.6
Février. . .	4.10	4.4	Août. . . .	10.33	14.2
Mars. . . .	3.84	4.2	Septembre.	10.12	14.6
Avril. . . .	4.49	6.5	Octobre . .	9.35	13.5
Mai.	5.77	7.9	Novembre .	7.85	10.5
Juin.	6.66	10.9	Décembre .	4.92	7.2

L'inspection de ce tableau montre que la combustion de l'humus est d'autant plus active que la température du sol est plus élevée. Nous pouvons en conclure que dans les pays chauds, l'humus ne doit pas s'accumuler dans le sol; Boussingault avait déjà

1. *Annales agronomiques*, t. X, p. 521.



remarqué, il y a plus de quarante ans, qu'on ne voit pas de tourbières sous les tropiques; pour en rencontrer, il faut monter à 1,000 mètres, sur les plateaux des Andes. Dans le sol des forêts vierges de ces chaudes contrées, on trouve encore de l'humus, mais c'est grâce à l'épaisse couverture des végétaux, et à la très grande humidité qui s'y maintient, et qui s'oppose à l'échauffement de la terre.

M. Jacob Cordemoy[1], dans une lettre adressée à M. Dehérain, et relative aux cultures de la canne à sucre à la Réunion, rappelle que le sol qui portait, il y a quarante ans encore, des forêts vierges, était d'une extrême fertilité à cause de l'épaisse couche d'humus qui le recouvrait. Depuis que ces forêts ont été défrichées pour planter la canne, l'humus disparaît et avec celui-ci la fertilité. Des planteurs cherchent à la rétablir en laissant le sol se couvrir spontanément d'épaisses lianes de la famille des légumineuses, l'humus reparaît, grâce à elles, parce qu'elles protègent le sol contre les ardeurs du soleil et lui fournissent d'abondants débris végétaux.

On a cru longtemps que l'humus soluble était assimilé par les végétaux, telle était notamment l'opinion de Th. de Saussure, et il n'y a guère qu'une cinquantaine d'années que le célèbre chimiste allemand Liebig, et d'autres physiologistes, à sa suite, ont professé que l'acide humique n'est pas absorbé par les plantes, qu'il ne leur sert pas de nourriture; d'après cette école, s'il a quelque utilité pour la végétation, c'est à cause de sa nature spongieuse qui lui permet de retenir l'eau indispensable aux plantes ; c'est aussi à cause de cette production continue d'acide carbonique à laquelle sa combustion donne naissance ; le gaz acide est pris par l'eau circulant à travers la terre, la rend capable de dissoudre les éléments minéraux qu'on trouve dans les plantes, et qui n'existent dans le sol qu'à l'état insoluble, tels que la chaux, la potasse, l'acide phosphorique. Selon ces physiologistes, l'acide humique ne pénètre pas dans les racines des plantes; étant colloïdal, il ne partage pas les propriétés des substances cristallines ; quand il est dissous, il ne traverse pas les membranes végétales.

Il est permis de remarquer cependant que l'acide humique, sur lequel ils opéraient, était violemment extrait de la terre, par des

1. *Annales agronomiques*, t. XI, p. 40.

lavages préalables avec un acide pour enlever la base terreuse sur laquelle il se trouvait fixé, et ensuite par la dissolution dans un alcali. Ce traitement altérait sans doute la composition de la substance. Dans ces dernières années, en effet, M. Petermann[1] a fort bien montré qu'en soumettant directement à la dialyse la terre végétale elle-même, il passait à travers la membrane une matière organique de couleur ambrée, fortement azotée.

Après l'admirable découverte de Bonnet, de Priestley, d'Ingen house, de la décomposition de l'acide carbonique de l'air par les plantes à chlorophylle, soumises aux radiations solaires, on a été porté à ne plus considérer ces végétaux verts que comme des appareils de réduction, qui ne sont capables d'utiliser que les corps complètement brûlés, tels que l'acide carbonique, phosphorique, nitrique, sulfurique et l'eau, pour édifier leurs tissus composés de carbone, phosphore, azote, soufre, hydrogène et oxygène.

Nous objecterons à ces considérations qu'un végétal n'est pas complètement constitué de matière verte remplie de chlorophylle. Il y a d'abord un nombre infini de plantes qui n'ont pas de chlorophylle comme les champignons, et qui, pour vivre, sont obligées de s'assimiler des matières organiques toutes formées. Les végétaux verts eux-mêmes ne contiennent la chlorophylle que dans leurs tissus aériens et seulement à la surface de ces tissus. Les racines et les portions internes de la plante ne peuvent pas décomposer l'acide carbonique, et sont bien obligées de se nourrir de la matière organique élaborée par les cellules à chlorophylle; s'il leur arrive encore d'autre part de la matière organique à un état convenable, elles l'utiliseront.

N'avons-nous pas continuellement sous les yeux les bourgeons qui reçoivent leur nourriture du restant de la plante, et les graines en germination, où nous voyons une jeune plantule qui, tout en effectuant le travail chlorophyllien, reçoit encore une nourriture organique carbonée provenant des cotylédons.

On a exagéré en divisant le règne végétal, strictement en deux classes, en disant que les plantes sans chlorophylle comme les champignons sont obligées de s'alimenter avec la matière organique, tandis que les plantes vertes doivent se passer de cette matière

1. *Annales agronomiques*, t. IX, p. 237.

organique et chercher leur carbone dans l'acide carbonique de l'air.

Il n'est pas absolument vrai, M. Winogradsky l'a démontré, que les êtres sans chlorophylle ne peuvent pas décomposer l'acide carbonique, car le savant russe a vu le ferment nitrique emprunter à la combustion de l'ammoniaque l'énergie nécessaire pour réduire l'acide carbonique, et pour en extraire le carbone nécessaire à la constitution de ses tissus.

Il est encore bien plus facile de démontrer que les plantes de la deuxième classe, les plantes vertes, qui possèdent la faculté de réduire l'acide carbonique avec l'aide de la lumière solaire, sont également capables d'utiliser des produits carbonés tout formés pour l'élaboration de leurs tissus.

C'est la démonstration de cette deuxième proposition que nous essayons de présenter dans ce mémoire.

I

VÉGÉTATIONS SANS L'INTERVENTION DES MATIÈRES ORGANIQUES

Il est incontestable qu'un très grand nombre de plantes ont été cultivées, et qu'elles ont prospéré, bien qu'on ne leur ait donné pour aliments que des substances complètement brûlées. Nous n'avons qu'à rappeler les innombrables expériences déjà réalisées sur le sable ou sur l'eau, où le végétal n'a jamais trouvé de matière organique. Mais ce n'est que grâce aux soins continus de l'expérimentateur que le végétal a été amené à maturité.

Sans parler des nombreuses cultures en milieu stérile, de M. Boussingault, de M. Georges Ville, des physiologistes allemands, je rappellerai qu'en 1877, M. Dehérain, en collaboration avec M. Frémy, a fait végéter, dans le jardin du laboratoire de physiologie végétale du Muséum, des betteraves placées dans des tonneaux remplis de sable, ou d'un mélange de sable et de calcaire, ne contenant pas de matière organique; les terres étaient seulement arrosées avec des dissolutions de sels minéraux. Ils ont obtenu des racines pesant de 700 à 800 grammes et contenant jusqu'à 18 p. 100 de sucre[1].

1. *Annales agronomiques*, t. I, p. 171.

J'ai moi-même fait venir de la luzerne dans des pots de fleurs contenant 5 kilos de gravier constitué pour un tiers de gros cailloux et pour les autres deux tiers de sable passant à travers un tamis de 4 millimètres de jour [1]. Cette luzerne provenait d'un fragment de racine dont le poids sec était 2 grammes, que j'avais enterré dans le gravier à la fin de l'automne. J'arrosais avec de l'eau de fontaine contenant en dissolution de petites quantités de chlorure de potassium et du phosphate de chaux.

En juillet, je pus couper sur ce pot une récolte de luzerne qui, sèche, pesait 88 gr. 5.

Un deuxième pot rempli de la même façon de gravier et ensemencé comme le premier me donna, en trois récoltes successives, 66 gr. 9 de luzerne sèche. Les racines de la plante, lavées à grandes eaux pour enlever le sable, pesaient, après dessiccation, 30 gr. 9. Il s'était donc formé, dans l'espace d'une année, sur 5 kilos de gravier, 95 gr. 8 de matière organique dont tout le carbone venait de l'air.

Cette plante occupait une surface de 3 décimètres carrés : sur 1 hectare, nous en aurions eu 330,000. Mais admettons que nous n'en ayons eu que 100,000, notre récolte aurait été de 9,580 kilos de matière sèche, dont tout le carbone, au moins 4,500 kilos, aurait été enlevé à l'air et fixé sur la surface d'un hectare.

Le nombre de cultures réalisées ainsi en l'absence de la matière organique est immense, mais elles ne prouvent pas que si les plantes l'avaient eue à leur portée, elles n'en auraient pas profité.

Il importe donc de passer en revue les cultures qui ont été réalisées comparativement avec ou sans matière organique.

II

CULTURES COMPARATIVES EXÉCUTÉES AVEC LA MATIÈRE HUMIQUE OU LE FUMIER D'ÉTABLE ET AVEC DES ENGRAIS MINÉRAUX

M. Dehérain, l'année même où il cultivait des betteraves dans des tonneaux remplis de sols artificiels, sans substance organique, avait disposé, au jardin du Muséum, des cases de végétation renfermant des terres de nature différente : 1° du sable de rivière ;

1. *Annales agronomiques*, t. XV, p. 529.

2° de la terre franche des environs de Paris. Ces cases avaient été fumées richement, à raison de 400 kilos d'azotate de soude et 400 kilos de phosphate de chaux à l'hectare.

Malgré cette fumure très abondante, les rendements furent bien différents, suivant la nature de la terre. Sur le sable, on obtint 20,400 kilos de betteraves et 68,000 kilos sur la terre franche (le tout rapporté à l'hectare). La richesse saccharine pour 100 de matière était égale dans les deux récoltes [1].

Ne pouvons-nous pas de suite conclure que c'est l'humus, si abondant dans les terres franches, qui a causé l'excédent de récolte?

A l'appui de cette affirmation, rappelons les résultats obtenus par Corenwinder avec deux betteraves élevées l'une, dans le sable exempt de toute trace de matière organique, et l'autre, dans un égal volume de bonne terre de maraîcher. La betterave du sable était régulièrement arrosée avec des solutions nourricières contenant toutes les matières utiles à la plante, nitrate de potasse, sulfate d'ammoniaque, phosphate ammoniaco-magnésien, chlorure de potassium, phosphate acide de chaux, silicate alcalin, etc.

La betterave du sable put atteindre un poids de 490 grammes, elle contenait 12.26 p. 100 de sucre. En tout 60 gr. 07 de sucre.

Celle qui avait vécu sur l'humus pesait 1 kilogr. 145, elle contenait 10.60 p. 100 de sucre et 121 gr. 37 de ce corps.

Pour bien apprécier l'effet produit sur les végétaux par la matière humique, je prierai le lecteur de vouloir bien m'accompagner à travers les champs d'expérience de Grignon, sur lesquels, depuis dix-huit ans, M. Dehérain a recueilli tant d'observations instructives [2].

Commençons par les cultures continues de maïs-fourrages qui sont faites de 1876 à 1882, comparativement sur des champs annuellement fumés au fumier de ferme à raison de 20 à 80,000 kilos à l'hectare, et sur des champs fumés à l'engrais chimique à raison de 400 kilos de nitrate de soude ou de 400 kilos de sulfate d'ammoniaque et de 400 kilos de superphosphate.

Le tableau ci-joint nous donne les récoltes annuelles.

1. *Annales agronomiques*, t. III, p. 80.
2. *Annales agronomiques*, du t. III au t. X.

Champs d'expérience de Grignon, maïs-fourrage vert, récolté annuellement par hectare en kilogrammes.

ANNÉES	Fumier de ferme.	Engrais chimique.
1876	73.000	57.000
1877	102.000	70.000
1878	76.000	55.000
1879	84.000	40.000
1880	90.000	50.000
1881	87.000	60.000
1882	82.000	65.000
Moyenne de 7 années	85.000	57.000

Examinons les récoltes obtenues avec d'autres plantes :

Récoltes obtenues par hectare, comparativement avec

ANNÉES		Fumier de ferme.	Engrais chimique.
1876.	Avoine, paille et grain	9.100 kg.	7.500 kg.
1876.	Pommes de terre	400 ht.	250 ht.
1877.	Avoine, paille et grain	7.000 kg.	5.200 kg.
1877.	Pommes de terre	299 ht.	280 ht.
1877.	Betteraves Vilmorin	46.000 kg.	34.000 kg.
1877.	Betteraves collet rose	71.000 —	50.000 —
1878.	Avoine, paille et grain	9.600 —	8.000 —
1879.	Avoine, —	8.500 —	5.500 —
1880.	Blé, —	10.000 —	6.500 —
1880.	Avoine, —	7.000 —	5.500 —
1881.	Avoine, —	4.000 —	3.300 —
1882.	Avoine, —	4.700 —	4.100 —
1882.	Betteraves	45.000 —	40.500 —

Ces nombreux exemples démontrent que l'efficacité de la matière humique, si abondamment contenue dans le fumier, est bien supérieure à celle des sels minéraux qui n'apportent pas à la terre de substance organique.

Si nous empruntons encore à M. Dehérain les observations qu'il a faites sur les effets du fumier comme arrière-fumure, comparativement à l'arrière-fumure que laissent les engrais chimiques, nous serons encore plus émerveillés de la vertu fertilisante de l'humus.

Champs d'expérience de Grignon. (Culture continue du blé.)
Rendements moyens des récoltes de grain obtenues sous l'influence des résidus laissés par diverses fumures, grains en kilogrammes à l'hectare.

	1880	1881	1882	1883
	—	—	—	—
Fumier enterré	3.406	2.392	2.341	1.742
Azotate de soude	2.775	2.100	2.150	1.400
Sulfate d'ammoniaque	2.330	1.860	2.000	1.350

Nous voyons qu'au fur et à mesure que nous nous éloignons de l'époque à laquelle le fumier a été répandu, son efficacité va en diminuant, mais il reste toujours bien supérieur aux engrais chimiques.

Ne serait-ce pas le lieu ici de rappeler une pratique agricole qui n'a jamais manqué de produire un effet utile sur les prairies de légumineuses : le plâtrage? M. Dehérain explique l'efficacité du sulfate de chaux de la manière suivante : le carbonate de potasse, très peu mobile dans la terre, se transforme en sulfate de potasse plus soluble qui décompose l'humate de chaux par double décomposition et forme un humate de potasse assimilable.

La pratique a démontré que c'était là l'explication vraie de l'utilité du plâtrage. MM. Lawes et Gilbert augmentent les rendements de leurs prairies de légumineuses en employant directement l'engrais qu'ils appellent « salin » et qui contient du sulfate de potasse. M. Dehérain a lui-même constaté que du fumier de ferme qui avait été distribué à Grignon, en couverture, et qui n'avait pas montré d'efficacité, pour une première récolte, reprenait toute son énergie bienfaisante par l'addition de sulfate de potasse.

Les légumineuses semblent être, comme le maïs-fourrage, particulièrement sensibles à l'action fertilisante de l'humus. Il nous suffira, pour le faire reconnaître au lecteur, d'emprunter encore à M. Dehérain le tableau qui donne les récoltes de sainfoin végétant sur une arrière-fumure de fumier, comparées à d'autres récoltes de la même plante sur arrière-fumure d'engrais chimique.

Champs d'expérience de Grignon.
Sainfoin. Foin sec à l'hectare en kilogrammes.

	Fumier enterré.	Azotate de soude.	Sulfate d'ammoniaque.
	—	—	—
1879	7.380	5.820	4.878
1880	10.862	8.371	7.842
1881	6.840	4.593	3.900

III

CULTURES COMPARATIVES FAITES SUR L'EAU TENANT EN DISSOLUTION DES SELS MINÉRAUX ET DE L'HUMATE DE CHAUX

A ces expériences de grande culture, je joindrai les résultats suivants constatés au laboratoire.

J'ai entrepris pendant le printemps 1882, avec la précieuse collaboration de M. Dehérain, une série de cultures sur l'eau, qui nous ont fait voir l'effet utile que peut exercer l'acide humique et cela, dès le jeune âge de la plante, quand elle est encore attachée à ses cotylédons[1].

Remarquons de suite que dans ces exemples, on ne peut pas faire intervenir la propriété de l'humus de retenir l'eau pour expliquer son action fertilisante : toutes les plantes ont toujours eu leurs racines plongées dans ce liquide.

Pour obtenir l'humate de chaux, on arrosait de la bonne terre de jardin avec une dissolution de carbonate de soude, on laissait sécher pendant quelques jours à l'air et au soleil. On épuise ensuite cette terre avec de l'eau distillée, qui lui enlève une matière brune, alcaline, qu'on précipite avec du chlorure de calcium, et qu'on lave par décantation jusqu'à ce que l'eau de lavage ne contienne plus de chlore.

On obtient ainsi une matière brune, légèrement soluble dans l'eau ; elle lui communique une coloration ambrée.

Les jeunes plantes, qu'on avait fait venir de leurs graines par germination sur papier à filtre, étaient supportées sur des baguettes de verre maintenues au-dessus des dissolutions. Nous avons exécuté trois groupes de culture : avec des lentilles, du blé, des haricots d'Espagne. Chacune de ces plantes était élevée comparativement dans des dissolutions différentes ; nous ne donnerons ici que les résultats obtenus dans :

1° L'eau ordinaire tenant en dissolution du nitrate et du phosphate de potasse ;

2° L'eau ordinaire avec humate de chaux ;

1. *Annales agronomiques*, t. IX, p. 58.

3° L'eau ordinaire sans addition d'autre matière.

Ci-joint, en grammes, le poids des récoltes séchées à 100 degrés, tiges et racines.

	Eau ordinaire avec phosphate et azotate de potasse.	Eau ordinaire avec humate de chaux.	Eau ordinaire seule.
	gr.	gr.	gr.
100 Plants de lentilles	2.250	4.000	2.750
10 Plants de blé.	0.475	1.050	0.450
3 Plants de haricots	6.250	10.250	

Nous voyons par ce tableau combien l'humate de chaux a été favorable à la croissance des jeunes plantules, qui toutes étaient encore attachées à leurs cotylédons, et avaient à leur disposition la matière organique qui y est emmagasinée. Il a donné de meilleures récoltes que la chaux seule, contenue dans l'eau ordinaire, et que la potasse unie à l'acide nitrique et à l'acide phosphorique.

C'est dans cette période de première jeunesse que les racines de la plante se montrent le plus avides d'absorber tout ce qu'on leur présente en dissolution dans l'eau qui les baigne.

M. Dehérain l'a constaté pour la soude, qu'elles absorbent sans qu'elles en tirent aucun profit, puisque cette matière n'entre pas dans la composition de leurs tissus et qu'on ne la retrouve plus dans la plante plus avancée en âge. Quant à l'acide humique qui est également absorbé, cette expérience en a prouvé l'utilité, puisque les plantes les plus prospères ont été obtenues à l'aide de cette matière organique.

IV

EXPÉRIENCES DÉMONTRANT L'ABSORPTION DIRECTE DE LA MATIÈRE ORGANIQUE PAR LES PLANTES

Il est très difficile de prouver, lorsqu'on enracine un végétal dans un milieu contenant une substance organique, que c'est le végétal lui-même qui prend cette matière carbonée pour la fixer dans ses tissus. On voit bien disparaître la substance carbonée, mais comme elle est habitée par une infinité de ferments, généralement aérobies, lorsqu'elle est convenablement aérée, on peut toujours supposer que c'est par le travail de ces ferments comburants que disparaît la matière organique.

M. Dehérain a habilement tourné cette très grande difficulté,

dans les cultures de maïs exécutées si longtemps sur ses champs d'expérience de Grignon ; il a fait voir que le maïs non seulement prospérait sur les terres enrichies avec de l'humus, mais faisait en même temps disparaître cet humus. Il montre comment ces parcelles couvertes d'une végétation tellement touffue, qu'un instrument aratoire ne peut jamais les remuer, s'appauvrissent en carbone, et cela beaucoup plus rapidement que d'autres terres portant une plante sarclée, telle que la pomme de terre, sous laquelle le sol est continuellement travaillé et exposée à l'action comburante de l'atmosphère.

Symbioses végétales. — Ne peut-on pas voir pénétrer la matière organique de l'humus de la terre dans les racines des végétaux ? Il y a des plantes, on n'en peut pas douter, qui n'existent que grâce à la présence de cet humus dans le sol qui les porte? En effet, l'expérience démontre que beaucoup d'arbres, ceux de la tribu des cupulifères, par exemple, les châtaigniers, les chênes, les hêtres, ne se maintiennent que sur des terres enrichies d'humus. Un botaniste allemand, M. Frank, a observé les racines de ces arbres: elles vivent en symbiose avec un champignon, dans toutes les couches de terre chargées d'humus ; quand elles traversent des couches sans matière organique, on ne voit plus les micorrhises, ce champignon entourant la racine comme une gaine ; on voit apparaître à leur place des poils absorbants. Ces micorrhises transforment l'humus, et élaborent une matière organique dont l'arbre fait son profit.

La symbiose des grands arbres avec des micorrhises est comparable à celle du champignon avec une algue, pour former les lichens. L'algue, en décomposant l'acide carbonique de l'air, fabrique une substance carbonée qui nourrit le champignon.

N'observons-nous pas dans les légumineuses, qui portent sur leurs racines des nodosités bourrées de bactéries, une association analogue aux précédentes ? Le grand végétal fournit l'hydrate de carbone ; les bactéries le transforment en une substance organique azotée ; celle-ci pénètre, personne n'en peut douter, dans la grande plante qui en profite.

Plantes carnivores. — On a fait des observations encore plus étonnantes : des plantes assez communes dans les prés, les *Drosera rotundifolia*, par exemple, portent sur leurs feuilles des poils, qui sont capables de se fermer sur eux-mêmes et de retenir prisonniers

les insectes qui se sont posés dans leur voisinage. La feuille sécrète un liquide capable de digérer la substance organique constituant le corps de l'insecte, la plante résorbe ensuite le produit de cette digestion, et l'utilise dans ses tissus.

M. Busgen [1] a fait germer des graines de *Drosera*, les plantules obtenues ont été divisées en deux lots, qui trempaient tous les deux dans une solution nourricière de même composition. Les plantes de l'un des lots ont été soumises au régime carnivore : on leur donnait des pucerons ; et elles se sont mieux développées, surtout par leurs feuilles, que les autres, qui ne recevaient pas d'insectes.

Conversion du sucre en amidon. — Boehm, le célèbre professeur de Vienne, a vu, dans la plante, le glucose se transformer en amidon ; pour réaliser sa remarquable expérience, il a fait vivre des haricots d'Espagne dans l'obscurité, jusqu'à ce que les feuilles aient perdu tout leur amidon. Des fragments de tiges ou de feuilles sont alors couchés sur une dissolution de glucose ou de sucre ; après vingt-quatre heures, il voyait réapparaître l'amidon.

A des jeunes haricots, longs de $0^m,10$, il a enlevé les bourgeons terminaux, et les bourgeons axillaires des cotylédons ; il les a divisés en deux lots, un des lots a été enraciné dans l'eau ordinaire, l'autre, dans une dissolution sucrée, renouvelée journellement. Il vit les plantes vivant dans le sucre former de l'amidon, les fibres ligneuses de la tige s'épaississaient visiblement beaucoup plus que si elles étaient enracinées dans l'eau. Les haricots du sucre vécurent plus longtemps que les autres [2].

V

EXPÉRIENCES NOUVELLES PERMETTANT DE CONSTATER LA DISPARITION RAPIDE DES MATIÈRES ORGANIQUES MISES EN PRÉSENCE DES RACINES

Racines de poa plongées dans une dissolution d'humate de potasse. — On sait qu'il existe des plantes qui, habituellement enracinées dans la terre, peuvent cependant vivre facilement sur l'eau : j'avais arraché du sol une touffe de *Poa annua*, une des mauvaises herbes les plus répandues, et après avoir coupé les

1. *Annales agronomiques*, t. X, p. 237.
2. *Ueber staerkebildung aus Zucker. Bot. Zeit*, 1883, nos 3 et 4.

racines au collet, j'ai placé les plantes debout dans un petit flacon, contenant une couche d'eau de $0^m,01$ de hauteur. Le flacon était entouré de papier opaque, pour maintenir l'eau à l'obscurité, afin que les germes des algues, universellement répandus, ne puissent pas se développer et envahir les nouvelles racines qui allaient partir des collets. Les tiges et les feuilles du *poa* recevaient la lumière et ne se sont ressenti en aucune façon de l'amputation de leurs racines; après quelques jours, de nouvelles racines s'étaient formées, différentes par leur aspect des anciennes; ces nouvelles racines sont généralement très blanches, droites, garnies d'un épais chevelu.

Quand elles eurent atteint une longueur moyenne d'environ $0^m,02$ j'ai partagé la touffe d'herbe en deux touffes aussi semblables que possible. Deux capsules de porcelaine neuves, de même grandeur, reçurent chacune le même volume d'une dissolution d'humate de potasse très colorée. Dans l'humate de l'une des capsules je fis plonger les racines de l'une des touffes d'herbe; dans l'autre, je mis les racines de la seconde touffe, mais après avoir séparé celles-ci, par un coup de ciseaux, des plantes auxquelles elles étaient adhérentes.

Après deux ou trois jours, les racines encore adhérentes à l'herbe avaient complètement fait disparaître l'humate de potasse, le fond de la capsule apparaissait blanc, comme si elle n'avait pas encore été mise en usage. L'autre capsule, avec les racines séparées de la plante, contenait toujours le liquide noir, comme il l'était au début de l'expérience.

Les racines qui avaient fait disparaître l'acide humique étaient restées à peu près blanches; en les lavant à l'eau distillée, voire même avec de l'eau légèrement ammoniacale, on n'obtenait qu'un liquide à peine ambré.

J'ai fait passer à travers un filtre les deux liquides: le liquide ambré qui provenait du lavage des racines attachées à la plante, et le liquide noir dans lequel nageaient les racines qu'on avait coupées. Soumis à la combustion par le bichromate de potasse additionné d'acide sulfurique, j'obtins:

Pour le 1er liquide, 0 gr. 005 d'acide carbonique.
— 2e — 0 gr. 025 — —

Les racines encore attachées aux plantes avaient donc pris le

poids de carbone correspondant à 0 gr. 20 d'acide carbonique, soit 0 gr. 007 de carbone.

Il importe, pour que cette expérience réussisse, que l'humate de potasse soit préparé avec soin. J'avais humecté une bonne terre de jardin avec une dissolution de carbonate de potasse, et je l'avais exposée sur une assiette à l'air et au soleil. Après dessiccation, la terre est lavée avec de l'eau distillée; le liquide brun foncé est peu à peu neutralisé par de l'acide chlorhydrique, jusqu'à précipitation d'une matière noire qui est l'acide humique. Ce précipité est lavé un très grand nombre de fois par décantation, jusqu'à disparition de la réaction acide. J'ai obtenu mon humate de potasse en traitant cette matière noire avec une dissolution très étendue (au $\frac{1}{10000}$) de carbonate de potasse, et en filtrant le liquide coloré provenant du traitement.

Dessins gravés par les racines sur une surface recouverte d'acide humique. — Le lecteur se souvient de la jolie expérience de Sachs qui faisait pousser des haricots dans un pot de fleur rempli de sable, dont le fond était garni d'une plaque de marbre poli. Les racines des légumineuses, très avides de chaux, laissaient leur empreinte sur la surface luisante du marbre.

J'avais remarqué que l'acide humique que j'avais préparé pour réaliser l'expérience précédente était une matière brune très adhérente au papier à filtre, et ne s'en séparant plus après dessiccation. Comme cette substance est insoluble dans l'eau, je l'ai placée, adhérente au papier à filtre, au fond d'une soucoupe contenant un peu d'eau de fontaine. J'ai suspendu au-dessus de la soucoupe une touffe de Poa munie de ses racines aquatiques; les racines venaient toucher l'acide humique. La soucoupe fut recouverte ensuite d'une plaque de carton découpée de façon à ne laisser de passage qu'aux tiges des Poa. Je renouvelais ainsi l'expérience de Sachs, en me servant d'eau à la place du sable, et d'une couche d'acide humique à la place du marbre.

Après quelques jours, l'eau était complètement évaporée, les racines adhéraient fortement à la couche de l'acide humique desséchée. En les détachant de force, j'obtins sur la couche noire de l'acide humique, la gravure que le physiologiste allemand leur avait fait dessiner sur le marbre.

Influence de l'humate de potasse sur la longueur des racines. — On a observé que lorsqu'une plante est enracinée dans un sol qui

lui fournit une alimentation insuffisante, les racines prennent un développement exagéré.

J'ai réussi à disposer une expérience démonstrative qui permet de voir se réaliser cette vérité d'observation. Au mois d'avril dernier, j'avais arraché de terre un plant de blé dont la tige avait atteint $0^m,20$ de hauteur. Avec des ciseaux, je lui ai coupé les racines au collet, et, en usant des mêmes précautions que j'avais déjà employées avec les touffes de Poa, je suis parvenu à lui faire produire des racines aquatiques, blanches, garnies de poils absorbants très développés. Quand ces racines eurent atteint une longueur de quelques centimètres, j'ai placé le plant de blé à cheval, entre deux vases de même grandeur et de même forme, à parois droites et verticales. La tige était attachée à une baguette maintenue verticale, entre les deux vases. Les racines ont été réparties le plus également possible à droite et à gauche de la baguette et plongeaient dans des solutions nourricières de compositions différentes renfermées dans les vases. La solution nourricière était de l'eau de fontaine tenant en dissolution 1 gramme de phosphate de potasse par litre. Chacun des vases en avait reçu un égal volume; j'ajoutais seulement au liquide de l'un des vases 1 gramme de nitrate de potasse, par litre d'eau.

Les racines se développèrent très inégalement dans les deux liquides; les racines qui n'avaient pas de nitrate prirent un développement considérable; les autres qui avaient reçu l'aliment azoté restèrent courtes et trapues [1].

J'ai renouvelé cette expérience avec une touffe de *Poa annua* munie de ses racines aquatiques; les deux solutions nourricières étaient encore de l'eau de fontaine qui avait reçu par litre 1 gramme de phosphate de potasse; à l'une d'elles, j'avais ajouté de l'humate de potasse en quantité suffisante pour brunir le liquide.

Au bout de deux semaines, les racines du vase sans matière organique avaient déjà acquis le double du développement des racines qui avaient l'humate à leur disposition.

Rappelons ici, que pour réussir ces cultures sur l'eau, il importe

1. On sait que le plant de blé, dans son jeune âge, est très avide de nitre, les agriculteurs le répandent à profusion sur leurs champs, dès les premières pluies du printemps. Dans notre expérience, les racines nageant dans une dissolution nitrée ne se sont pas allongées, tandis que les autres, qui ne trouvaient pas cet engrais, se sont allongées démesurément, comme pour aller en chercher.

de s'opposer au développement des algues, en maintenant les racines le plus possible à l'obscurité.

Les racines absorbent également l'humate de soude. — Les plantes étant très avides de potasse, il était peut-être permis de croire qu'elles ne prennent l'acide humique que parce qu'il est combiné à la potasse dont elles ont grand besoin. Je me suis assuré qu'elles prenaient de même l'acide humique combiné à la soude, base dont elles n'ont aucun besoin pour constituer leur tissus.

Je me suis servi d'un plant de trèfle qui s'était développé en terre, et auquel j'avais fait venir des racines aquatiques, en employant les mêmes précautions que pour les touffes de Poa. Les racines de ce pied de trèfle avaient poussé très abondamment, et avaient acquis en un mois une longueur d'environ $0^m,10$. Je les ai baignées dans une dissolution d'humate de soude, remplissant un vase de 1 litre de capacité; et à côté je disposais un autre vase, sans plante, mais contenant une égale quantité du même liquide. Après sept jours, la dissolution dans laquelle plongeaient les racines avait fortement diminué de volume relativement à la dissolution sans plantes, et elle était à peu de chose près décolorée.

Pour doser le carbone en dissolution dans les deux liquides, je les ai portés d'abord à l'ébullition, pour en chasser l'acide carbonique dissous, et je les ai additionnés peu à peu d'eau de baryte, jusqu'à totale décoloration. Le précipité du sel de baryte des deux liqueurs a été analysé avec l'acide sulfurique additionné de bichromate de potasse, en prenant toutes les précautions nécessaires pour ne peser que de l'acide carbonique provenant du carbone organique.

Le liquide dans lequel plongeaient les racines de trèfle contenait 0 gr. 007 de carbone.

Le liquide qui ne contenait pas de racines en contenait 0 gr. 026.

La plante en sept jours avait pris par ses racines la quantité d'acide humique qui contient 0 gr. 019 de carbone.

Absorption du sucre par les racines. — Nous avons parlé de l'expérience de M. Bœhm qui, après avoir maintenu des feuilles de haricots à l'obscurité jusqu'à disparition complète de l'amidon, a vu réapparaître de l'amidon dans les cellules de la feuille, après l'avoir laissée en contact avec du sucre pendant vingt-quatre heures.

Je me suis assuré que les racines sont capables elles-mêmes de s'emparer du sucre.

Deux petites capsules de porcelaine reçurent chacune 1 centimètre cube d'eau contenant 0 gr. 0001 de sucre en dissolution. Sur l'une des capsules, je suspendis une touffe de Poa, avec ses racines aquatiques qui plongeaient dans le liquide sucré. L'autre capsule reçut une égale quantité de racines, mais détachées de la plante. Les vases furent recouverts avec soin pour éviter la chute des matières étrangères dans le liquide.

Dans l'espace d'une nuit la capsule avec la plante entière était complètement desséchée ; l'autre contenait encore du liquide. J'ai retiré avec grandes précautions les racines des deux vases, en les lavant avec quelques gouttes d'eau que je laissais retomber dans les capsules.

On sait que le sulfate de cuivre en se déshydratant au feu, donne un sel blanc; mais si on le chauffe en présence d'une matière organique il noircit.

Pour reconnaître s'il se trouvait encore du sucre dans les deux capsules, j'ajoutai à leur contenu une goutte d'une dissolution de sulfate de cuivre. La capsule sur laquelle avait été suspendue la plante entière, portée sur la flamme d'un bec de gaz resta blanche; celle qui n'avait reçu que les racines, noircit fortement.

Le *Poa annua* avait donc complètement enlevé le sucre dissous dans l'eau qui baignait ses racines; on ne peut pas attribuer cette disparition de la matière organique à la présence de ferments existant dans le liquide ou sur les racines qui y étaient plongées, il faut nécessairement reconnaître que cette disparition est due à la plante entière, puisque dans le liquide témoin qui n'avait reçu que des racines détachées de la plante, la matière organique s'était maintenue.

CONCLUSION

Dans ce travail, nous avons cherché à montrer l'utilité de l'humus, cette substance brune qui existe plus ou moins abondamment dans la couche arable de nos champs, et qui provient de la décomposition des débris des végétations antérieures.

Nous avons fait passer sous les yeux du lecteur les résultats de nombreuses cultures expérimentales qui démontrent les propriétés fertilisantes de cette matière carbonée.

Différentes causes tendent à la faire disparaître de nos champs : d'abord l'oxydation continuelle qu'elle subit sous l'influence de



ferments, qui produisent de l'acide carbonique, et dont l'activité augmente avec la température et l'aération. Les végétaux que nous cultivons sont une autre cause, peut-être encore plus importante, de la disparition de l'humus.

En effet, les plantes sont capables d'absorber par les racines des substances organiques carbonées; elles tirent même grand profit de ce mode d'alimentation; nous avons fait voir que les récoltes les plus abondantes ont été obtenues dans les sols enrichis avec la matière carbonée.

Comme l'alimentation de la plante par la matière organique a été souvent mise en doute, nous avons rappelé tous les exemples qui ont été publiés et que nous connaissons, de l'absorption de la substance carbonée, et nous y avons ajouté les observations que nous avons pu faire nous-même.

Les cultures intensives pratiquées de nos jours avec les engrais chimiques sont une cause de déperdition de la matière organique accumulée dans le sol par les cultures antérieures; M. Dehérain démontre même que nos champs perdent leur fertilité, en même temps que disparaît l'humus, il nous montre le danger; heureusement qu'à côté du mal qu'il signale, il indique une remède qui est à la portée de tous : ce sont les cultures dérobées pour engrais qui, couvrant nos champs d'une épaisse couche de végétation, s'opposent à la combustion de l'humus, empêchent les lavages de la terre par les eaux de pluie, et fournissent à l'automne de grandes masses de matières organiques dont les éléments, puisés dans l'atmosphère, sont enfouis dans le sol par les labours.

ESSAI DES LAITS PAR LA PRÉSURE

PAR

M. R. LEZÉ
Professeur

ET

M. A.-E. HILSONT
Répétiteur à l'École de Grignon.

Dans la plupart des grandes laiteries industrielles modernes, on met en œuvre le lait, qui est la matière première de la fabrication, un peu au hasard des chances ou à l'aveugle, car on ne

connaît qu'imparfaitement encore ses propriétés, et en particulier, l'arrangement ou la structure de ses éléments constituants. Jusqu'à présent on ne possédait guère d'autre moyen d'appréciation de la qualité d'un lait ou de son état de conservation que l'examen superficiel effectué par un ouvrier dégustateur dont le jugement restait bien mal étayé par les seules connaissances qui dérivent du goût, de l'odeur et de l'aspect du lait proposé. Il y avait donc là une véritable lacune que nous nous sommes efforcés de combler, et nous croyons avoir atteint le but visé, à l'aide de notre nouvelle méthode d'essai à la présure qui, en quelques minutes et sans aucune difficulté d'exécution, indique d'une façon satisfaisante ce que le lait pourra donner dans la fabrication, ou ce qu'il vaut pour la consommation usuelle.

La coagulation du lait par la diastase, le principe actif de la présure, est utilisée industriellement depuis longtemps dans la fabrication des fromages, mais dans la pratique de l'emprésurage, la réussite dépend d'un très grand nombre de conditions très diverses. Suivant la qualité du lait, la température, la quantité de présure employée, le caillé se fait plus ou moins vite et jouit de propriétés différentes.

Nous avons étudié certaines conditions de cette précipitation et basé sur les réactions de la présure, un procédé nouveau, commode et pratique pour apprécier rapidement la qualité des laits.

Il est convenu, dans les essais industriels, que l'on évalue ce qu'on appelle la *force* d'une présure, en notant en combien de minutes, 1 centimètre cube d'une dissolution de la présure dans neuf fois son volume d'eau, va coaguler 100 centimètres cubes de lait maintenus à la température de 35 degrés.

On emploie donc 1/1000e de présure, et en multipliant le temps de coagulation par 10, on obtient un temps qui est celui qu'aurait mis, à ce que l'on admet, 1 de présure pour coaguler 1000 de lait. Si ce temps est de quatre minutes, la présure est dite normale, et sa force est comptée comme égale à 10,000 : c'est la force de la bonne présure usuelle du commerce.

Si le temps est de t minutes au lieu de 4, la force sera multipliée par $\frac{4}{t}$.

Par exemple, une présure qui coagulera le lait en trois minutes aura une force de :

$$10.000 \times \frac{4}{3} \text{ ou } 13.333.$$

Mais cet essai de la force d'une présure ne doit se faire que sur des laits sains et normaux, sans cela on s'expose à bien des mécomptes : des laits bouillis, altérés par les organismes ou additionnés d'antiseptiques donnent avec la présure des temps de coagulation tout à fait disparates : dans les conditions indiquées, le lait se coagulera parfois en quelques secondes, tandis que, dans d'autres circonstances, le temps nécessaire à la prise se prolongera presque indéfiniment. Il est donc rationnel et intéressant, dans le but d'apprécier un lait donné, de mesurer ces temps de prise avec une bonne présure normale, et le chiffre trouvé pourra donner d'utiles indications sur les qualités du lait examiné.

Mais, avant d'adopter ce procédé d'épreuve, il faut être renseigné sur sa valeur; nous avons cherché, par de nombreuses expériences, à fixer les conditions de la coagulation, et à déterminer les influences qui la font varier.

Notre matériel d'étude est des plus simples, et à la portée de tout le monde. Le vase dans lequel s'opère la réaction est un verre à boire très ordinaire, plongé dans un bain-marie dans lequel nous maintenons une température régulière de 35 degrés ; nous versons les 100 centimètres cubes de lait dans le verre, et lorsque la température est constante et égale à 35 degrés, nous ajoutons 1 centimètre cube de présure au dixième en notant le point de départ au moyen d'un compteur à secondes. Lorsque la coagulation s'est produite, nous arrêtons le mouvement du compteur, et une soustraction donne le temps cherché.

La coagulation est presque toujours nette et facile à apprécier; un agitateur promené dans le liquide coagulé laisse une trace visible, tandis qu'il s'enfonce et passe sans amener aucun changement dans l'aspect du lait encore fluide.

Examinons maintenant quelles sont les conditions diverses de notre expérience, les facteurs qui l'influencent et les résultats qu'elle peut fournir :

I. — Influence de la température.

Nous avons adopté, pour nos essais, la température de 35 degrés, car il fallait, avant tout, nous conformer aux habitudes courantes de la pratique ; mais notre premier soin a été, cependant, de voir si nous avions raison de conserver cette température.

Les ouvrages sur la Laiterie indiquent ordinairement que la coagulation est d'autant plus vite obtenue que la température est plus élevée, et on assure qu'il y a même proportionnalité entre ces temps dans l'intervalle des températures extrêmes de + 20 à + 40 degrés.

Cette loi ne nous a pas paru tout à fait exacte ; les temps de coagulation diminuent bien en même temps que la température augmente à partir de 20 degrés, mais la proportionnalité n'existe pas d'une façon rigoureuse ; le minimum de temps de coagulation nous a semblé se placer dans les environs de 38 degrés, mais il faut se hâter de dire que ce minimum varie avec chaque lait.

Nos essais ont été faits sur les laits de quatre vaches de l'Ecole : la première, *Vanda,* de race hollandaise ; la deuxième et la troisième, *Blanzy* et *Erly*, de race Schwitz, et la quatrième, *Maoutic*, de race bretonne ; le minimum n'est pas rigoureusement le même pour les quatre laits, ainsi que le démontre le tableau suivant :

TABLEAU I. — Influence de la température de mise en présure sur le temps nécessaire à la coagulation.

TEMPÉRATURE de MISE EN PRÉSURE	TEMPS NÉCESSAIRE A LA COAGULATION			
	Vanda.	Blanzy.	Erly.	Maoutic.
	m. s.	m. s.	m. s.	m. s.
30 degrés	4 51	5 1	5	3 38
32 —	4 12	4 50	4 50	3 35
34 —	»	4 45	4 45	3 32
36 —	3 46	4 4	3 50	2 49
38 —	3 42	4 1	3 58	2 50
40 —	3 44	4 6	4 4	3 4
42 —	4 24	4 40	4 52	3 34

En établissant les courbes d'après ce tableau, on voit qu'il eût

été préférable d'adopter la température de 38 degrés qui est près du maximum, plutôt que 35 degrés qui se trouve sur la courbe moyenne en un point d'inflexion de la courbure ; nous aurions, sans hésitation, adopté cette première température si nous ne nous étions pas trouvé en face de la nécessité de plier devant les habitudes commerciales.

II. — Coagulation d'un lait sain et normal.

Nous nous trouvions, à l'Ecole de Grignon, dans d'excellentes conditions pour opérer sur des laits normaux et frais, nous pouvions recueillir le lait de vaches désignées et examiner ce lait à nos heures après l'avoir conservé dans des vases à température réglable à volonté.

En nous plaçant dans les conditions de la pratique, nous avons déterminé, pour un grand nombre d'échantillons, le temps nécessaire pour amener la coagulation par la présure d'un lait ayant quelques heures de traite; dans ces conditions, les différents laits se coagulaient en 4 minutes environ.

Les écarts sont très faibles, c'est ainsi que sur 23 essais, les extrêmes ont été de 3 m. 31 s. comme minimum et de 4 m. 15 s. comme maximum.

III. — Influence de l'acide carbonique.

Dans nos expériences, nous avions été frappés par un fait intéressant : en examinant un lait immédiatement après la traite, et ce même lait conservé à l'abri de toute contamination dans un endroit frais pendant deux ou trois heures, nous trouvions que le second temps de coagulation était plus long que le premier; le lait très frais se coagule en moins de temps que le lait datant de deux ou trois heures de traite.

L'expérience nous a prouvé que la présence de l'acide carbonique dans le lait récent était la cause de ces différences de temps de coagulation.

Nous avons prélevé dans du lait très frais deux échantillons : l'un a été mis en présure aussitôt, l'autre a été privé des gaz qu'il contenait par la machine pneumatique et mis en présure

ensuite. Les essais répétés à plusieurs reprises nous ont toujours donné des résultats concordants comme l'indique le tableau suivant :

TABLEAU II. — Influence des gaz contenus dans le lait sur le temps nécessaire à la coagulation.

DÉSIGNATION DES ESSAIS	TEMPS DE COAGULATION — NUMÉROS DES LAITS 1	2	3
	m. s.	m. s.	m. s.
A. — Lait très frais venant de la traite.	3 43	3 27	3 29
B. — Le même privé de ses gaz	4 35	4 41	4 53
C. — Le même que *A*, une heure et demie après	3 56	3 58	4 2

Il était prouvé que les gaz contenus dans le lait venant de la traite hâtaient la coagulation; nous avons voulu savoir si cette accélération était bien due à la présence de l'acide carbonique. A cet effet, nous avons introduit dans le lait des quantités variables d'eau de Seltz, et pour ne pas entacher d'erreur nos résultats, nous avons ajouté au lait pur, mis en comparaison, une quantité semblable d'eau distillée.

Voici les résultats obtenus avec l'un des laits expérimentés.

TABLEAU III. — Influence de l'acide carbonique sur le lait.

DÉSIGNATION	TEMPS nécessaire à la coagulation.	OBSERVATIONS
	m. s.	
a. Lait pur frais	2 33	
Le même avec 6 c.c. d'eau distillée	3 38	
— 6 — d'eau de seltz	2 24	
— 12 — d'eau distillée	4 11	
— 12 — d'eau de seltz	1 47	Caillé très ferme.
b. Lait bouilli.		
Lait bouilli pur	13 39	Caillé grumeleux.
— avec 6 c.c. d'eau distillée.	14 20	Caillé grumeleux.
— — 6 c.c. d'eau de seltz	5 5	Caillé très net.
— — 12 c.c. d'eau distillée.	17 30	Caillé grumeleux.
— — 12 — d'eau de seltz	4 6	Caillé très ferme.

IV. — Influence des matières étrangères inertes ajoutées au lait.

L'un de nous avait constaté, dans la fabrication de la margarine, que les émulsions de matières grasses dans le lait se coagulaient spontanément, plus vite que le lait ayant servi à leur préparation, ce lait restant dans des conditions identiques de température et de contact avec l'atmosphère.

Dans ces conditions particulières, les matières grasses semblaient donc hâter la coagulation du lait et nous avons cherché si la matière grasse, qui est en proportions variables dans le lait naturel, n'avait pas une influence sur le temps nécessaire à la coagulation par la présure.

Pour nous en assurer, nous avons passé à l'écrémeuse centrifuge une certaine quantité d'un lait quelconque dont nous avons conservé un échantillon; les produits retirés de l'écrémeuse, c'est-à-dire la crème et le lait écrémé qui avaient bien été traités d'une façon identique ont été essayés à la présure en même temps que le lait type primitif et il a été fait quatre essais différents des trois liquides : lait écrémé et lait naturel.

Aussitôt après le passage à l'écrémeuse, nous avons obtenu les résultats suivants :

	Temps de coagulation	
	N° 1.	N° 2.
	m. s.	m. s.
Lait naturel.	4 15	4 26
Crème	2 56	2 52
Lait écrémé.	3 53	4 20

Il est donc déjà démontré que la crème se coagule plus vite que le lait naturel.

Trois échantillons de chacune de ces matières ont été placés dans des flacons préalablement stérilisés et mis dans l'étuve de fermentation à la température de 28 degrés ; après six heures et demie de séjour dans cette étuve, la crème se coagulait spontanément, alors que le lait naturel était encore intact.

Dans l'après-midi du même jour, l'écrémage ayant eu lieu le matin, ainsi que les premiers essais à la présure, nous avons repris les dosages des nos 1 et 2 avec des présures du commerce et trouvé :

	TEMPS DE COAGULATION	
	N° 1.	N° 2.
	m. s.	m. s.
Lait naturel	3 10	5 17
Crème	1 57	3 23
Lait écrémé	3 58	6 4

Il semble donc bien démontré que la crème se coagule plus vite que le lait naturel et que le lait écrémé tend à se coaguler plus lentement.

Dans le but de vérifier si c'était bien la crème qui avait cette influence accélératrice, nous avons mis en présure du lait écrémé, contenant des proportions variables de crème.

	m. s.
Les temps de coagulation ont été pour le lait écrémé	4 20
Le même avec 20 p. 100 de crème	4 2
— 30 — —	3 24
— 60 — —	2 48
La crème elle-même se coagulait en	1 19

La crème abrège le temps de coagulation, ce fait est nettement mis hors de doute; mais on est conduit à se demander d'où provient cette action accélératrice. Elle n'est probablement pas attribuable à des changements de composition; la crème ne doit jouer aucun rôle chimique, car les actions réciproques de la matière grasse et du lait sont des phénomènes qui ne se produisent pas instantanément et ne peuvent pas intervenir dans la structure des mélanges essayés aussitôt après leur préparation.

Les globules de matières grasses n'auraient-ils pas ici le simple rôle de corps inertes, facilitant la prise du lait, ainsi que font des matières étrangères dans du plâtre gâché ou des cailloux dans le béton? S'il en était ainsi, d'autres matières devraient alors avoir la même influence accélératrice; du lait, additionné de matières inertes solides sans action chimique, devrait se coaguler plus vite que du lait naturel.

C'est ce que nous avons cherché à vérifier; mais ces expériences sont d'une exécution délicate, il faut choisir des matières inertes dont la pureté soit certaine. Nous avons précisément été longtemps égarés et déroutés par l'emploi d'un produit impur qui nous donnait des résultats absolument contraires à ceux que nous attendions. Ce produit contenait une forte proportion de carbonate de soude et retardait ainsi la coagulation jusqu'à l'éterniser.

Instruits par ce petit déboire, nous n'avons plus employé que des matières inertes bien purifiées; toutes les matières ont été lavées à l'eau distillée bouillante jusqu'à ce que nous ayons obtenu des eaux de lavage absolument pures, puis les matières étaient ensuite séchées à l'étuve ; elles ne contenaient plus ainsi ni eau, ni matières solubles.

Nous avons expérimenté sur de la sciure de bois de chêne, sur de l'amidon, de la fécule et de la silice et exécuté avec ces matières ajoutées au lait en proportions variables, un grand nombre d'essais dont voici un résumé :

TABLEAU IV. — Action des matières inertes sur la coagulation du lait.

Nota. — Tous nos essais ont été contrôlés par l'emploi de présure de différentes origines. C'est ce qui explique les différences des temps de coagulation.

DÉSIGNATION	TEMPS NÉCESSAIRE A LA COAGULATION		
	N° 1.	N° 2.	N° 3.
	m. s.	m. s.	m. s.
Lait pur 180 c. c.	3 7	3 20	3 55
— avec 2 grammes d'amidon	2 57	3 3	3 35
— — 5 — —	2 31	2 43	»
— — 2 — de sciure de bois	2 30	2 53	3 32
— — 5 — — —	2 14	2 26	»
— — 2 — de fécule	2 55	3 8	3 40
— — 5 — —	2 30	2 47	»
— — 2 — de silice pure	3 »	2 50	3 47

Dans tous les cas, les concordances sont parfaites, et le temps nécessaire à la coagulation est d'autant plus court que la proportion de matières inertes est plus élevée.

Ce résultat général est très intéressant à noter, et il nous permet de tirer cette conclusion : *toutes choses egales d'ailleurs, un lait riche en matières grasses se coagulera plus vite par la présure qu'un lait pauvre.*

Nous avons pris, le même jour, douze échantillons de laits de différentes vaches de l'Ecole, et sur ces laits nous avons effectué les essais à la présure, tous les échantillons restant dans les mêmes conditions de température et de contact avec l'atmosphère, puis, après avoir dosé la teneur en matière grasse, par un procédé industriel, au moyen du butyromètre du Dr Gerber, nous

avons rangé les différents échantillons dans l'ordre décroissant de leur richesse en beurre.

Nous consignons dans le tableau suivant les chiffres trouvés pour les temps de coagulation.

TABLEAU V. — Relations entre la teneur en matière grasse et le temps nécessaire à la coagulation par la présure.

NOMS DES VACHES	TEMPS DE COAGULATION	OBSERVATIONS
	m. s.	
Erly	3 22	Les vaches sont rangées dans l'ordre décroissant de la teneur en beurre par litre. Erly donnait le lait le plus riche en matière grasse, Zéa le lait le plus aqueux.
Doucette	3 34	
Nicette	3 26	
Blanzy	3 38	
Maguelonne	3 39	
Maoutic	3 42	
Vanda	3 42	
Mathurine	3 46	
Aïeule	4 48	
Marton	4 40	
Gilda	5 10	
Zéa	5 20	

Ces essais à la présure complètent ainsi le titrage de la matière grasse. Un lait très riche se coagule plus rapidement qu'un plus pauvre ; cette conclusion doit être notée, car nous verrons plus loin que l'accélération de la coagulation peut être due à l'altération du lait; dans le premier cas, le lait est bon; dans le deuxième cas, il est altéré et on doit le rejeter.

V. — Action de l'eau sur le lait.

A côté de l'influence des matières inertes, il nous fallait étudier l'action de l'eau ajoutée au lait.

Ici, outre l'action physique, nous avons une réaction chimique à considérer. L'addition d'eau modifie la caséine, la proportion de caséine soluble augmente, et cela semblait faire prévoir que l'addition d'eau devait retarder la coagulation.

Les expériences que nous avons effectuées ont confirmé pleinement cette prévision. Tous nos essais ont été faits avec de l'eau

distillée et nous donnons dans le tableau ci-dessous quelques-uns des résultats obtenus avec différents laits :

TABLEAU VI. — Action de l'eau ajoutée au lait.

DÉSIGNATION	TEMPS DE COAGULATION			
	N° 1.	N° 2.	N° 3.	N° 4.
	m. s.	m. s.	m. s.	m. s.
Lait pur	3 11	3 52	2 53	2 31
Le même lait avec 5 p. 100 d'eau	3 14	3 54	»	2 35
— — 10 —	3 20	3 58	2 56	3 4
— — 20 —	3 41	4 20	3 20	3 9
— — 30 —	4 8	4 43	4 34	3 32
— — 50 —	5 49	6 21	6 41	4 59

On voit, par ce tableau, que l'addition d'eau retarde la coagulation, mais l'examen des chiffres, aussi bien que celui d'une courbe dont la construction est facile, montre que le retard est d'abord peu prononcé et qu'il ne s'accentue bien nettement qu'entre 20 et 30 p. 100 d'eau.

Au-dessus de la proportion de 30 p. 100 d'eau, les caillés ne sont plus nets ni homogènes, ils deviennent grumeleux, et le moment exact de la coagulation est difficile à percevoir.

Nous avons opéré sur des laits plus ou moins altérés pour nous rendre compte de la manière dont ces laits se conduiraient avec l'eau, les résultats ont été les mêmes pour des laits frais et pour des laits ayant déjà subi un commencement de désorganisation.

VI. — Action du chauffage du lait.

La crainte des microbes a mis à la mode le lait stérilisé qui fait aujourd'hui l'objet d'un commerce important, et il était intéressant d'examiner comment ce lait stérilisé se conduirait dans l'épreuve à la présure.

Nous avons pris des laits sains que nous portions à différentes températures, et lorsque la température avait été ramenée à 35 degrés, nous faisions l'essai par la présure.

Les résultats sont assez variables avec les différents laits;

néanmoins le phénomène du retard apporté à la coagulation par le chauffage est net et constant : les différences ne sont pas d'ordinaire très fortes pour les chauffages à 60 ou 70 degrés, mais elles existent.

L'augmentation du temps nécessaire à la coagulation devient très sensible pour le lait bouilli; le retard dans la coagulation est toujours de quelques minutes et les caillés sont mauvais et grumeleux. D'ailleurs cette action retardatrice du chauffage des laits avait déjà été signalée et nous n'avons fait que la vérifier. Il est inutile d'insister sur ce fait désormais acquis.

VIII. — Coagulation d'un lait en voie d'altération.

Lorsque du lait est abandonné à lui-même, à une température douce et sans avoir été préservé de l'action des germes de l'atmosphère, il s'altère peu à peu, devient acide et se décompose, il *tourne*, suivant l'expression vulgaire. Cette désorganisation spontanée et irrémédiable se traduit par l'apparition d'un caillé grumeleux qui nage dans un liquide verdâtre et l'altération se fait d'autant plus vite que le lait est placé dans un milieu plus favorable au développement des organismes.

Ces laits en voie de désorganisation se coagulent par la présure en des temps qui vont en diminuant jusqu'à zéro.

Nous avons suivi la marche de cette altération pour des laits normaux comme pour des laits ensemencés par des ferments.

Lorsqu'un lait s'altère spontanément, on peut presque déterminer, par des essais à la présure effectués à intervalles réguliers, le moment où la contamination s'est produite et où la désorganisation a commencé.

Il est assez remarquable de constater que quelquefois les temps de coagulation varient à peine pendant un temps assez prolongé, puis que, tout à coup, ces temps de prise vont en diminuant rapidement; c'est qu'alors le lait est atteint, les organismes ont commencé leur œuvre de destruction, et l'on pourrait presque prédire d'avance, par l'examen du phénomène, l'heure de la tourne prochaine.

Nous réunissons, dans le tableau ci-après, les résultats obtenus sur cinq laits provenant de la vacherie de l'École. Les essais par la présure ont commencé aussitôt après la traite de l'après-

midi, de façon à pouvoir suivre avec attention la marche du phénomène au moment où la coagulation spontanée allait se produire.

TABLEAU VII. — Marche de l'altération spontanée du lait sous l'influence des organismes.

HEURES D'OBSERVATION	TEMPS NÉCESSAIRE POUR LA COAGULATION PAR LA PRÉSURE				
	N° 1.	N° 2.	N° 3.	N° 4.	N° 5.
	m. s.	m. s.	m. s.	m. s.	m. s.
2 h. 30 soir	3 19	3 25	3 22	3 8	2 53
3 — 30 —	3 45	3 30	3 25	3 30	3 12
4 — 30 —	3 35	4 3	3 19	3 26	3 10
5 — 30 —	4 11	3 39	»	3 30	3 8
7 heures soir	3 52	3 38	3 18	3 40	3 12
Le lendemain :					
7 heures matin	3 38	3 30	2 50	4 7	3 12
9 — —	3 36	3 30	2 50	3 40	2 54
11 — —	3 18	3 12	2 47	3 3	2 53
1 — soir	3 3	2 53	1 50	2 8	2 13
3 — —	2 50	1 15	54	1 35	1 25
4 — —	1 50	30	28	56	47
5 — —	52	Coagulé par la chaleur.	Coagulé par la chaleur.	24	34
6 — —	48	0	0	»	Coagulé par la chaleur.
7 — —	Coagulé par la chaleur.			0	0
9 — —	Coagulé 0				

En examinant le lait n° 1 nous voyons que de deux heures et demie à cinq heures, les temps nécessaires pour la coagulation augmentent, cela tient à l'acide carbonique qui s'échappe peu à peu du lait, comme nous l'avons indiqué plus haut; puis, le lait reste presque stationnaire de sept heures du soir au lendemain à trois heures de l'après-midi. A ce moment, la désorganisation commence, et en moins de quatre heures, la coagulation spontanée s'est produite, le lait a tourné. Les relevés que nous avons pris et les courbes construites d'après ces chiffres, nous montrent toujours la chute brusque du lait atteint.

On sait qu'un lait altéré est plus acide qu'un lait sain et normal, et il nous a paru intéressant de connaître le rapport qui pouvait exister entre l'acidité d'un lait et le temps nécessaire à sa coagulation par la présure. Nous avons suivi dans un grand nombre de laits normaux la marche de l'acidification; elle reproduit en sens inverse celle du temps de coagulation.

L'acidité était déterminée au moyen d'une dissolution de potasse titrée et avec la phtaléine du phénol comme indicateur, puis exprimée en acide lactique et en grammes de cet acide par litre de lait. Il est permis d'adopter cette notation, car on verra, d'après les notes ultérieures, que c'est l'acide lactique qui est le plus abondant, et que c'est surtout lui qui détermine la tourne du lait.

Il résulte de nos essais que les quantités d'acide correspondants à la coagulation spontanée, sont très variables : quelques laits se décomposent avec une acidité qui ne dépasse pas 2 gr. 82 par litre, alors que pour d'autres, la coagulation se produit seulement à 5 grammes d'acide. L'acidité continue à augmenter après la décomposition du lait.

Lorsqu'on ajoute au lait une matière fermentescible, ce lait s'altère vite, et son acidité se développe rapidement. Nous avons comparé le développement de l'acidité et la marche de la coagulation, d'un lait pur et du même lait ayant reçu après la traite 10 centimètres cubes de lait caillé et 10 centimètres cubes de sérum par litre; les résultats ont été les suivants :

TABLEAU VIII. — Influence des ferments ajoutés sur la coagulation et le développement de l'acidité.

HEURES D'OBSERVATION	LAIT NORMAL		LAIT avec 10 c.c. de caillé par litre.		LAIT avec 10 c.c. de sérum par litre.	
	TEMPS de coagulation	ACIDE lactique par litre.	TEMPS de coagulation	ACIDE lactique par litre.	TEMPS de coagulation	ACIDE lactique par litre.
	m. s.	gr. c.	m. s.	gr. c.	m. s.	gr. c.
8 heures matin . .	3 31	1 993	2 43	2 185	2 33	2 185
10 — — . .	3 50	1 929	1 45	2 572	2 7	2 439
1 heure soir . . .	3 24	2 057	1 1	3 348	47	2 764
2 — — . . .	3 21	2 216	30	4 115	20	3 279
4 — — . . .	3 18	2 216	0	5 401	Coagulé par la chaleur.	3 828
						3 923
5 — — . . .	2 51	2 250			0	
6 — — . . .	1 45	2 439				
7 — — . . .	45	2 572				
9 — — . . .	0	3 279				
10 — — . . .						

On voit par ce tableau que les matières ajoutées au lait ont déterminé son altération rapide, le lait caillé a développé une acidification beaucoup plus rapide que le sérum.

Voici quelques chiffres relatifs à l'acidité des laits frais et des mêmes laits au moment de la coagulation.

	ACIDE LACTIQUE PAR LITRE DE LAIT					
	N° 1.	N° 2.	N° 3.	N° 4.	N° 5.	N° 6.
Laits frais	1.60	1.92	1.99	1.67	1.99	1 54
Les mêmes laits au moment de la coagulation	4 42	5.35	4.501	4.30	4.408	4.18

La proportion est d'un peu plus de 4 grammes par litre, mais on voit combien elle est variable, aussi bien au moment de la coagulation, que dans le lait frais. Toutefois, l'acidité reste constante tant que l'altération n'est pas commencée.

En relevant un certain nombre d'expériences, nous sommes parvenus à construire deux courbes moyennes, l'une pour les temps de coagulation, l'autre pour l'acidité. Lorsque les laits se conservent en bonne santé, les courbes sont à peu près des lignes droites parallèles; lorsque l'altération a commencé, les courbes s'inclinent, l'une vers le haut, l'autre vers le bas et elles ne paraissent pas énormément s'écarter de deux lignes droites.

Dans les laits ensemencés avec des ferments, les courbes se dessinent aussitôt, l'ascension se prononce et la tourne est rapide; les courbes de l'acidité et des temps de coagulation ont une analogie complète avec celles des laits à altération spontanée.

VIII. — Role de l'acide lactique.

Le fait de l'augmentation de l'acidité est bien constaté, mais on peut se demander si c'est bien cette acidité qui hâte la coagulation par la présure ou qui détermine la tourne spontanée.

Pour éclaircir ce fait, nous devions faire deux expériences :

1° Prendre des laits naturels et frais, les additionner d'acide lactique et voir l'effet produit;

2° Examiner si l'acide carbonique, sous l'influence du travail désorganisateur des microbes, n'intervenait pas dans le phénomène.

Nous avons essayé par la présure un lait frais : il se coagulait en

4 minutes 15 secondes, et un lait ancien, qui se coagulait en 56 secondes.

Le premier contenait	1 gr. 478 d'acide lactique par litre.
Le second —	2 — 507 — —
La différence d'acidité était. .	1 gr. 029

Nous avons ajouté au lait frais ce complément d'acide lactique à l'état de dissolution aqueuse, et procédé ensuite à l'essai par la présure. Le temps de prise a été de 58 secondes.

Dans une autre expérience nous avons obtenu les chiffres suivants :

	TEMPS de coagulation.	ACIDE LACTIQUE par litre.
	m. s.	gr. c.
Lait frais	3 20	2 057
Lait ancien.	0 47	2 572
Différence.		0 515
Lait frais avec 0 gr. 515 d'acide lactique. . .	0 48	

Ces essais prouvent que l'acide lactique exerce un effet très net; la petite différence dans les temps de coagulation pour le lait ancien et celui qui a été additionné d'acide provient, sans nul doute, du retard apporté à la coagulation par la petite quantité d'eau dans laquelle l'acide lactique a été dilué.

Pour voir si l'acide carbonique n'intervenait pas dans la coagulation d'un lait en voie de désorganisation, nous avons essayé ce lait par la présure et dosé son acidité, il contenait 2 gr. 957 d'acide lactique par litre et se coagulait en 68 secondes.

Nous avons extrait les gaz contenus dans ce lait, au moyen de la machine pneumatique, et l'essai exécuté après cette opération nous donnait la même acidité de 2 gr. 95 par litre, la coagulation se faisant par la présure en 69 secondes.

Tous les essais que nous avons repris comme vérification, nous ont toujours donné de très légères différences dans les temps de coagulation, augmentation ou diminution de une à deux secondes au plus, mais jamais de différences dans l'acidité.

Afin d'élucider complètement cette question de l'acide lactique, il nous a paru utile d'exécuter une expérience inverse, de prendre du lait altéré, de mesurer son temps de prise et son titre acide, puis

de saturer partiellement l'acide et de noter alors chaque fois les nouveaux temps de coagulation.

Voici le résumé de ces essais :

	COAGULATION	POTASSE nécessaire pour neutraliser l'acide.	ACIDE LACTIQUE par litre.
	m. s.	c.c.	
Lait examiné 18 heures après la traite.	3 15	3	1.929
— avec 0 c. c. 75 potasse.	3 30	2 25	1 346
— — 1 — 5 — .	4 2	1 5	0.964
— — 2 — 25 — .	5 12	0 75	0.482
— — 3 — — .	5 14	»	»

Il est bien prouvé que c'est l'acide lactique qui modifie les temps de prise.

IX. — Conclusions.

Depuis le début de nos recherches, début qui remonte à plus de six mois, nous avons exécuté plusieurs centaines de mesures de temps de coagulation au moyen de la présure.

Cette épreuve nous a paru de nature à renseigner utilement dans la pratique l'industriel laitier sur l'état et la qualité du lait qu'il va mettre en œuvre; elle ne dispense pas de l'analyse, mais elle la complète.

Dans la pratique de la laiterie, l'analyse détaillée, le dosage de tous les éléments sont inutiles la plupart du temps; ce que l'on recherche surtout, c'est de savoir rapidement, avant de mettre en travail, si le lait dont on dispose est sain et pur. Nous pensons que l'on aura d'utiles renseignements sur la qualité d'un lait :

1° En dosant la matière grasse, ce qui est aujourd'hui l'affaire de quelques minutes avec les méthodes à l'acide;

2° En déterminant le temps de coagulation par la présure à la température de 35 degrés, ce qui, comme nous l'avons montré, ne demande pas beaucoup de temps.

Par l'essai de la présure on voit qu'un lait frais, sain et pur, donne un caillé d'un beau blanc de porcelaine et qui apparaît à l'œil net et homogène; le temps de coagulation est d'environ quatre minutes pour un lait de richesse moyenne; il est un peu plus court pour un lait riche en matières grasses et un peu plus long pour un lait pauvre.

Si le caillé est grumeleux, et si le temps de coagulation s'élève

ou s'abaisse sensiblement, le lait est suspect, on doit l'examiner avec attention.

Si le temps de coagulation est très grand, c'est que l'on a affaire à du lait bouilli, à du lait très mouillé ou additionné d'un sel alcalin préservateur.

Si, au contraire, outre l'aspect grumeleux du caillé, on constate un temps très court de coagulation, c'est que le lait est déjà en voie de désorganisation, il est malade, peut-être se coagulera-t-il de lui-même sous l'action de la chaleur ! Alors il est à refuser, il n'est plus utilisable pour les applications industrielles, il est mauvais ou dangereux pour l'alimentation et doit être rejeté.

Il n'y aurait plus lieu de se préoccuper des lois édictées contre les fraudeurs, si les essais dont nous venons de parler, étaient faits par les intéressés.

Depuis nombre d'années, on en est resté en laiterie aux épreuves par le densimètre et le crémomètre, alors que tous les professeurs répètent, et que tout le monde est à même de savoir que les indications de ces instruments sont entachées d'une foule de causes d'erreurs. On gardait ces vieux procédés faute de mieux, tout en reconnaissant les irrégularités et les bizarreries des résultats fournis ; on se résignait, sans aucune utilité, à attendre vingt-quatre heures les chiffres fantaisistes du crémomètre, et, lorsqu'on les avait obtenus, le lait essayé était depuis bien longtemps disparu dans le travail de l'usine.

Nous serons heureux si nous avons pu montrer, par cette étude, que l'on possède aujourd'hui des méthodes permettant d'obtenir d'une façon sûre et en quelques minutes les renseignements désirés, que l'on peut très légitimement songer à acheter les laits à l'analyse.

Dans les transactions commerciales, chacun trouverait son compte à l'établissement de cette vente à la valeur réelle, le producteur d'une part, de l'autre l'industriel ou les consommateurs des produits fabriqués.

Nous résumerons cette étude dans les conclusions suivantes :

1° L'épreuve à la présure doit se faire dans un lait datant de quelques heures pour éviter les causes d'erreurs dues à l'acide carbonique qui se trouve dans le lait venant d'être trait.

2° L'acide carbonique active la coagulation, l'eau la retarde ; le chauffage préalable des laits au dessus de 60 degrés retarde d'au-

tant plus la coagulation que la température de chauffage a été plus élevée; les laits bouillis se coagulent mal et très lentement.

3° Les matières étrangères inertes, en particulier les globules de matières grasses abrègent d'autant plus le temps de coagulation que leur proportion est plus forte.

4° Lorsque le lait est en voie d'altération, il se charge de plus en plus d'acide lactique, et c'est cet acide qui est la cause première et principale de la tourne; les temps de coagulation vont en diminuant alors que l'acidité augmente.

5° L'épreuve à la présure renseigne sur le développement de l'acide et l'état de santé du lait : un lait de richesse moyenne qui se coagule en moins de deux minutes est malade et doit être rejeté de l'alimentation aussi bien que des applications industrielles.

BIBLIOGRAPHIE

Sémiologie, diagnostic et traitement des maladies des animaux domestiques, par C. Cadéac, tome II avec 64 figures. Un volume de l'*Encyclopédie vétérinaire* de M. Cadéac. — J.-B. Baillière et fils, Paris. — Ce volume, le troisième de l'*Encyclopédie vétérinaire* de M. Cadéac, fait suite à celui que nous avons présenté aux lecteurs des *Annales* dans le numéro du 25 mai dernier.

La première moitié est consacrée à la fin de la *Sémiologie*. Les chapitres qu'elle renferme traitent de l'exploration des appareils urinaire et génital — des mamelles et de la lactation, — de la peau, — de l'appareil de l'innervation, — des organes des sens, de l'appareil locomoteur et de la calorification.

La dernière moitié est occupée par les deuxième, troisième et quatrième parties de l'ouvragre qui ont pour objet l'*Évolution des maladies*, le *Diagnostic et le Pronostic* et le *Traitement des maladies*.

La quatrième partie, *Traitement des maladies*, est celle qui est plus particulièrement de nature à intéresser tous les lecteurs. L'agriculteur tout aussi bien que le vétérinaire y puisera des indications générales qui lui seront d'un précieux secours pour veiller à la conservation de la santé de ses animaux.

Dans le chapitre I, *Prophylaxie*, il trouvera les règles à suivre pour soustraire le bétail à l'influence des causes morbides.

Dans le chapitre II, *Vaccination*, dû à la plume de M. Morey, il verra les immenses services que la thérapeutique préventive peut rendre et a déjà rendus à l'agriculture depuis que les belles découvertes de Pasteur et de Toussaint ont élargi le cadre de la vaccination en donnant les moyens d'atténuer les virus pour en faire des vaccins.

Bien au courant de la science, le tome II de la *Sémiologie* se recommande, de même que le tome I, par sa clarté et sa concision.

J. MALET.

Aide-mémoire du vétérinaire, par JULES SIGNOL, 2e édition avec 411 figures. — J.-B. Baillière et fils, Paris. — L'auteur s'est proposé de réunir sous une forme concise et aussi pratique que possible, les faits les plus importants de la médecine des animaux domestiques, dans le but de fournir aux vétérinaires praticiens, qui n'ont pas toujours le temps de se livrer aux travaux de cabinet, les documents nécessaires pour se tenir au courant de la science.

Il nous suffit de constater que l'*Aide-mémoire des vétérinaires* a les honneurs d'une deuxième édition pour avoir la preuve qu'il répond à un besoin et qu'il a conquis les faveurs du public auquel il est destiné. Les améliorations notables qu'il a subies ne peuvent qu'augmenter son succès.

Le livre de M. Signol traite de la *Médecine*, de la *Chirurgie* et de l'*Obstétrique vétérinaires*. Il est divisé en *Maladies générales*, *Maladies des régions et des organes* et *Obstétrique*. Ce groupement a permis à l'auteur de rapprocher, pour chaque affection, la médecine, la chirurgie, la police sanitaire et la jurisprudence. Le lecteur a ainsi sous les yeux les jalons qui le guident dans les divers cas qui peuvent se présenter à son observation.

Ce sont surtout les articles consacrés aux maladies contagieuses qui ont été modifiés. M. Signol y expose avec soin les résultats des beaux travaux de MM. Pasteur, Chauveau, Arloing, Nocard, etc., etc. Il signale les grands services que rendent la tuberculine et la malléine dans le diagnostic de la tuberculose et de la morve, et il insiste sur l'importance du traitement préventif de certaines affections telles que le charbon, le rouget du porc, etc., par les virus atténués.

L'*Aide-mémoire* contient en outre un formulaire vétérinaire précédé de quelques notions de thérapeutique générale; un exposé des principes généraux de la police sanitaire suivi des lois, décrets et règlements qui régissent la matière; un chapitre consacré à l'inspection et à la conservation des viandes de boucherie, et un autre traitant de la jurisprudence commerciale relative aux animaux domestiques.

J. MALET.

Hygiène des animaux domestiques, par M. H. BOUCHER, avec 71 figures. — Un volume de l'*Encyclopédie vétérinaire* de M. Cadéac. — J.-B. Baillière et fils, Paris. — Des auteurs fort estimés ont réuni dans un même traité l'agriculture et l'hygiène vétérinaire. Malgré les rapports intimes qui unissent ces deux sciences, nous voyons de très réels avantages à les rendre autonomes. C'est dire que nous approuvons M. Boucher d'avoir consacré son livre exclusivement à l'hygiène des animaux domestiques.

L'hygiène vétérinaire doit s'efforcer de déterminer « les influences que le milieu extérieur, essentiellement mobile et divers, exerce sur les organismes », afin d'en déduire les règles à suivre pour conserver leur santé.

« Ce milieu est formé, d'un côté, par des éléments vis-à-vis desquels la

puissance humaine ne peut rien ou du moins fort peu de choses; de l'autre, par des facteurs sur lesquels elle agit vigoureusement. » Pour cette raison, M. Boucher substitue à l'ancienne division des agents de l'hygiène en *ingesta*, *excreta*, *circumfusa*, etc., le groupement de ces modificateurs en deux classes : 1° les *modificateurs macrocosmiques*, 2° les *modificateurs microcosmiques*. Son livre se trouve ainsi naturellement divisé en deux parties : la première affectée à l'étude des modificateurs macroscopiques (sol, eau, atmosphère et climats), la deuxième à celle des modificateurs microcosmiques (habitations, harnais, soins corporels, aliments).

La première partie forme quatre chapitres. Le premier, le plus étendu, montre l'influence que le sol exerce sur les animaux par ses propriété physico-chimiques, sa constitution minéralogique et son revêtement. Il se termine par l'indication des moyens propres à assainir et à améliorer le sol. Le deuxième contient une excellente étude des eaux potables. L'auteur y examine successivement les caractères des eaux potables, leur classification, leurs propriétés, les matières organiques et les organismes qu'elles renferment... et leur expertise. Le troisième et le quatrième traitent de l'action produite sur les animaux par l'atmosphère et les climats.

La deuxième partie comprend également quatre chapitres. Le premier est une étude des habitations. On y trouve des indications générales sur la construction des étables et des indications appropriées aux logements de chaque espèce domestique (écurie, étable, bergerie, porcherie, chenil, clapier, etc.). De nombreuses figures permettent au lecteur de se faire une idée nette des modèles d'habitations les plus recommandés. Quelques pages sont ensuite consacrées aux litières et fumiers, au nettoiement et à la désinfection des étables.

Les harnais (vêtements, moyens de construction, harnachement de travail) et les soins de toilette (pansage, tondage, bains, frictions, massage et onctions) font l'objet des deuxième et troisième chapitres.

L'alimentation, la plus importante de toutes les questions de l'hygiène vétérinaire, fournit la matière du quatrième et dernier chapitre. Elle occupe le tiers de l'ouvrage total.

Après avoir donné quelques notions générales sur l'aliment et la nutrition, l'auteur étudie les substances alimentaires, leur préparation, leurs altérations et leurs sophistications, leur conservation; puis il expose les principes généraux du rationnement et il termine par un court paragraphe réservé à l'étude du régime.

Enfin, un index bibliographique fait connaître les travaux consultés par l'auteur.

Le livre de M. Boucher est surtout un livre d'enseignement. Composé avec beaucoup de méthode, ses différentes parties forment un tout dont l'agencement, simple et naturel, reste bien dans l'esprit. Un bon choix de caractères typographiques fait clairement ressortir les divisions et permet d'embrasser aisément et rapidement la matière des divers chapitres. Ajoutons qu'un style élégant et facile en rend la lecture agréable.

Nous sommes convaincus qu'il sera très bien accueilli par les élèves vétérinaires à qui il s'adresse particulièrement. Il ne sera pas moins apprécié

par les agriculteurs et les vétérinaires qui y trouveront promptement sous une forme concise et dégagés de tout ce qui est inutile ou insignifiant les renseignements qu'ils voudront y puiser. Peut-être quelques-uns d'entre eux trouveront-ils trop énigmatique la notation chimique qui, çà et là, remplace le nom banal de certains agents. Mais c'est là un détail sans importance. Peut-être regretteront-ils aussi que certains points de l'étude de l'alimentation n'aient pas reçu un plus long développement.

Quoi qu'il en soit, l'*Hygiène des animaux domestiques* n'en reste pas moins un excellent petit livre.

J. Malet.

REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

Physiologie végétale.

Le citrate de chaux chez les plantes, par M. C. Wehmer [1]. — Lorsqu'on précipite le citrate de chaux à chaud, la précipitation se fait de suite, elle a lieu lentement à froid, mais une fois formé, le précipité est au plus haut degré insoluble dans l'eau, difficilement soluble dans l'acide acétique, très soluble, au contraire dans l'acide chlorhydrique.

L'auteur suppose que plusieurs des dépôts cristallins que l'on trouve dans les plantes et que l'on a considérés juqu'à présent comme de l'oxalate de chaux, pourraient bien être du citrate, entre autres les raphides et certains sphérocristaux. Cependant la question reste ouverte. L'acide citrique jouerait un rôle dans la respiration ; il n'est point démontré que l'acide carbonique dégagé pendant la respiration provient toujours de l'albumine ; il paraît, au contraire, probable, que les acides intermédiaires très oxydés peuvent également subir une combustion totale.

Recherches sur les limites de la divisibilité chez les plantes, par M. C. Rechinger [2]. — Tout le monde sait qu'un fragment de plante peut servir à la multiplication, à la condition de pouvoir vivre pendant quelque temps d'une manière indépendante et de jouir de la propriété de se compléter en développant soit des racines adventives, soit les bourgeons qu'il possède déjà ou des bourgeons adventifs.

Mais quel est le minimum de masse qui peut ainsi servir de bouture?

L'auteur a remarqué tout d'abord que les bourgeons détachés de plusieurs arbres feuillus parviennent au moins à former le callus, ce tissu cicatriciel qui se développe sur la section des boutures.

1. Zur Charakteristik des citronensauren Kalkes und einige Bemerkungen über die Stellung der Citronensäure im Stoffwechsel, *Berichte d. Deutsch. bot. Gesellsch.*, 1893, 333.

2. Verhandl. d. kais. königl.-zoolog.-botan. Gesellsch. zu Wien, XLIII, 1893, p. 310.

Le tubercule de la pomme de terre est doué d'une vitalité extraordinaire : un cube de 5 cm. c., découpé dans le tissu intérieur, peut développer des pousses adventives ; le point végétatif prend son origine dans le cambium des faisceaux libéro-ligneux.

On peut débiter une racine d'*Armoracia rusticana* en tranches épaisses de 1,5 millim. qui ne comptent pas plus d'une vingtaine d'assises de cellules. C'est là la limite. Les organes nouveaux prennent naissance par voie exogène dans le callus.

Les segments d'une racine de pissenlit, cultivés dans une enceinte humide forment un cal riche en chlorophylle, même sur l'extrémité inférieure, mais il ne se produit cependant de pousses adventives qu'à la partie supérieure.

Quant au callus il peut servir à quatre fonctions différentes : il est d'abord un tissu cicatriciel, il nourrit les organes qui prennent naissance dans sa masse, il peut être un tissu assimilateur, il est enfin le tissu de passage nécessaire entre la bouture et les organes qui doivent se développer sur elle.

Etudes sur l'accroissement des plantes, par M. Godlewski[1]. — L'auteur a eu pour but de voir quelle est l'influence des divers facteurs extérieurs sur l'accroissement, tous les autres facteurs restant constants, et par quel mécanisme cette influence s'exerce. C'est le haricot, et dans celui-ci seulement le premier entre-nœud au-dessus des cotylédons qui a servi de sujet.

Dans la première partie de son travail, l'auteur décrit trente-quatre expériences, qu'il a faites à l'aide de l'auxanomètre de Baranetzki ; chacune d'elles a porté simultanément sur deux plantes et a duré plusieurs jours. L'instrument marquait ordinairement l'accroissement d'heure en heure, dans quelques cas toutes les demi-heures ou tous les quarts d'heure.

1. *Période diurne de l'accroissement des plantes vertes dans les conditions normales d'éclairage.* — D'après Sachs, le minimum diurne de l'accroissement a lieu vers le soir, et le maximum au matin. En réalité, la période diurne n'est pas du tout constante. Voici qui donnera une idée de l'irrégularité du phénomène : dans les expériences qui avaient été faites en juin 1888, le maximum s'est présenté dans les heures de l'après-midi, le minimum après minuit, tandis qu'en juin 1889, le maximum a eu lieu le soir, le minimum le matin (le contre-pied des résultats de Sachs). En automne, hiver et printemps 1889-1890, on a travaillé avec des plantes issues de graines de provenance différente. Celles-ci ont fourni deux maxima et deux minima par jour, les minima le matin et le soir, les maxima au milieu du jour et de la nuit ; l'heure exacte n'est pas fixe ; de plus aucun des deux minima ou maxima ne l'emporte constamment sur l'autre, tantôt l'un, tantôt l'autre s'accentuant le plus nettement, et même parfois alternativement, chez la même plante.

Ces différences dans la période diurne dépendent en première ligne des qualités individuelles des plantes, mais la saison paraît ne pas être sans influence. Ainsi des plantes ayant fourni en hiver et au printemps une

1. *Mémoires de l'Acad. des sciences de Cracovie*, XXXII, 1-157 (en polonais) d'après le résumé de M. Rothert dans le *Bot. Centralbl.*, LV, 34.

périodicité double, les individus de même graine n'ont plus laissé voir qu'une périodicité simple au mois de juin.

Les changements brusques, par saccades, dans la vitesse de l'accroissement et qui avaient déjà été signalés par plusieurs auteurs, se sont également très nettement manifestés ici, surtout vers la fin de la grande période de l'accroissement de l'entre-nœud épicotylé.

M. Godlewski fait remarquer que ses observations ne sont pas les seules qui soient en désaccord avec la règle de Sachs. Pareils faits ont été décrits par d'autres auteurs et par M. Sachs lui-même.

2. *La période diurne chez les plantes étiolées.* — Les plantes étiolées se comportent d'une manière extrêmement variable. Parfois aucune espèce de périodicité n'a été visible ; d'autres fois il y en a une, mais très inégale. Durant les premières journées de l'expérience, la période est tantôt d'un jour, tantôt elle est plus courte et peut s'abaisser jusqu'à un demi-jour, tantôt elle s'allonge au contraire jusqu'à la valeur de deux jours; la période se raccourcit plus tard et devient en même temps plus irrégulière.

3. *Influence de l'humidité de l'air.* — Si on abaisse subitement l'état hygrométrique de l'air, par exemple de 64 à 38 p. 100, on constate une très forte diminution dans l'accroissement, qui se maintient pendant une demi-heure; ensuite, sans que l'air soit de nouveau rendu plus humide, l'accroissement reprend sa grandeur primitive. L'augmentation subite de l'humidité de l'air produit un effet contraire tout à fait conforme.

L'observation plus attentive a permis de constater que l'action de la brusque diminution de l'humidité de l'air dure en réalité beaucoup moins longtemps. D'abord l'aiguille de l'auxanomètre s'arrête net, on peut même rétrograder, ce qui veut dire que la plante est capable de se raccourcir. A ce raccourcissement qui dure de cinq à huit minutes, succèdent quelques minutes d'un arrêt absolu, puis l'accroissement reprend. Il s'ensuit qu'il s'agit ici, non d'un changement de l'intensité (proprement dite) de l'accroissement, mais en réalité d'un changement de la turgescence et par conséquent de la tension de turgescence. Il existe cependant une influence de l'humidité de l'air sur l'intensité de l'accroissement, mais elle est trop faible pour être nettement saisissable dans de courts intervalles. Pour la mettre en évidence il faut faire végéter pendant longtemps les plantes, d'une part dans l'air humide, d'autre part dans l'air sec.

4. *Influence de la lumière.* — Il n'est pas facile, lorsqu'on veut éclairer brusquement une plante qui avait été jusqu'alors maintenue à l'obscurité, d'exclure les changements de l'état hygrométrique; cependant l'auteur a fini par y parvenir [1]. L'action d'une illumination subite de la plante ne se fait sentir que peu à peu et d'une manière passagère. Tout de suite ou seulement au bout de quelque temps, l'intensité de l'accroissement commence à diminuer et continue à s'abaisser lentement durant une heure et demie à quatre heures et demie, pour se relever ensuite malgré l'éclairage et pour atteindre de nouveau en quelques heures sa grandeur primitive.

1. Il n'est pas dit par quel artifice. Peut-être a-t-on opéré dans l'air saturé de vapeur d'eau.

Il est probable que la périodicité diurne prend sa source dans l'influence de la lumière.

5. *Influence de la température de l'air.* — La chute très rapide de la température, par exemple de 19 degrés à 9 ou 6 degrés, se fait immédiatement valoir. L'accroissement se ralentit dès la première heure, davantage encore pendant la seconde. Mais voici ce qui est curieux : si, après deux heures on laisse remonter lentement la température, l'accroissement continue à diminuer; on a même vu le cas d'un accroissement complètement arrêté ou même remplacé par un raccourcissement de la plante, alors que la température s'élevait assez rapidement. Il est possible que nous n'ayons affaire ici qu'à une action indirecte de l'élévation de la température, en ce sens qu'elle abaisse l'humidité relative de l'air. Cependant cela n'est guère démontrable. L'auteur ajoute à ceci quelques données physiologiques intéressantes. L'épicotyle du haricot continue à s'accroître nettement à 6 degrés, alors que Sachs a fixé à 9°,4 le minimum de la température pour la germination de la même plante; si on élève ensuite la température successivement jusqu'à 30 degrés environ, on voit l'accroissement s'accélérer considérablement; celle de 35 degrés est déjà un peu déprimante, mais à 40 degrés il y a encore un accroissement appréciable.

6. *Influence de la température du sol.* — Cette influence qui ne saurait être qu'indirecte, est remarquablement faible. Un abaissement de la température du sol de 20°,7 à 5°,5, ne provoque qu'un très faible ralentissement dans l'accroissement de l'entre-nœud épicotylé (de 1,80 à 1,46 millimètres). Le sol étant à 3 degrés, l'épicotyle continue toujours à s'accroître, d'où l'auteur conclut que les racines sont capables de remplir leurs fonctions à une température trop basse pour qu'elles puissent s'accroître elles-mêmes. Il est d'ailleurs possible que la température du sol soit d'une importance plus grande pour les plantes pourvues d'une grande masse de feuillage et dotées d'un coefficient de transpiration plus élevé.

Nous avons épuisé ainsi la première partie du remarquable travail de M. Godlewski. La seconde partie traite du mécanisme par lequel les agents extérieurs peuvent influer sur l'accroissement. D'après Wortmann, l'accroissement de la cellule est proportionnel à deux facteurs : la turgescence et l'extensibilité de la membrane et cette dernière ne dépend elle-même que de l'épaisseur de la membrane, en d'autres termes de la création de la cellulose. Ceci paraît insuffisant à M. Godlewski : la membrane est non seulement extensible, mais encore élastique et, en vertu de son élasticité ne peut être tendue que jusqu'à un certain point par une turgescence donnée; cette limite étant atteinte, l'accroissement devrait s'arrêter, mais comme l'accroissement continue, il faut qu'il intervienne encore un autre facteur, c'est-à-dire une influence du protoplasme sur la membrane, telle que la tension de celle-ci se trouve diminuée et qu'une nouvelle extension devienne possible[1].

1. Il aurait peut-être été utile de démontrer jusqu'à quel point, car ce sera toujours une affaire de plus ou de moins, la membrane cellulosienne, dans les parties en voie d'accroissement, est élastique. Il me paraît très possible que ce point, où

En conséquence, l'auteur distingue dans l accroissement deux moments, qui sont :

a) La tension de la membrane par la turgescence ;

b) La fixation de cette tension et la diminution de la « tension élastique » de la membrane, en d'autres termes, le rétablissement de l'extensibilité.

Si on se met au point de vue de l'accroissement par intussusception, le second moment repose sur le dépôt de nouvelles micelles entre les anciennes ; s'il s'agit d'apposition de nouveaux strates sur les anciens, certains changements micellaires qui prennent leur origine dans l'action vitale du protoplasma, deviennent nécessaires au sein même de la membrane déjà tendue. Les partisans de la théorie de l'apposition ont négligé ces changements[1]. Il est clair que l'accroissement peut être influencé indirectement, non seulement par une influence s'exerçant sur la tension de turgescence, mais encore par une autre influence qui dominerait la vitesse avec laquelle les membranes tendues récupèrent leur extensibilité. Il n'est donc point nécessaire que la vitesse d'accroissement soit proportionnelle à la tension de turgescence ; on peut s'attendre au contraire à ce qu'à turgescence égale, les vitesses d'accroissement soient très différentes.

On sait que Krabbe et Askenasy se sont élevés contre la théorie de turgescence de l'accroissement. Nous voyons bien aujourd'hui que la turgescence seule ne suffit pas à l'explication des phénomènes, mais cela ne veut pas dire qu'elle n'y soit pas impliquée. Nous allons passer à des expériences qui valent mieux que des critiques et des raisonnements et qui ont pour but de montrer auquel des deux facteurs de l'accroissement il faut attribuer l'influence observée à l'aide de l'auxanomètre.

1. *La grande période de l'accroissement.* — Le membre de la plante s'accroît jusqu'à une certaine grandeur-limite, d'ailleurs variable ; à la fin de cette « grande période » de l'accroissement, celui-ci se ralentit de plus en plus et finit par devenir nul. Il est probable que le ralentissement et l'arrêt final sont donnés par la diminution de l'extensibilité de la membrane. Ici se présente une question intéressante : qu'est-ce qui cesse d'abord, l'accroissement ou la tension de turgescence ? L'auteur, pour arriver à une conclusion certaine, a maintenu les épicotyles de haricot d'Espagne à l'auxanomètre jusqu'à ce qu'il fût sûr que tout accroissement avait cessé depuis plusieurs heures ; puis il a coupé cet entre-nœud et l'a pourvu d'une graduation dont les degrés comprenaient 15 millimètres de longueur ; il a ensuite plasmolysé l'épicotyle et a trouvé dans trois essais parfaitement

la résistance d'élasticité fait équilibre à la tension de turgescence, ne se présente point dans la réalité. Cela n'infirmerait d'ailleurs en aucune façon l'emploi que M. Godlewski a fait de son idée de la suppression de la tension élastique et de la reconstitution de l'extensibilité. La même pensée à peu près serait exprimée en d'autres termes, voilà tout.

1. Qui sait ? ils ont eu raison peut-être. Si par exemple l'équilibre osmose-extensibilité élastique ne se produisait pas, les strates antérieurs seraient quittes à rester tendus et à subir de nouvelles extensions. Il y a beau temps que Pfeffer, pour ne citer que cet excellent physiologiste, parle de tension de stratification.

concordants que les deux ou trois zones supérieures, avaient subi un raccourcissement qui pouvait aller, dans la première zone, jusqu'à 3.5 p. 100 de la longueur initiale; la tension de turgescence avait donc subsisté encore.

On peut conclure de ces expériences que l'accroissement a sûrement cessé lorsque la tension de turgescence s'éteint.

2. *Période diurne de l'accroissement.* — Il s'agissait de déterminer la tension de turgescence prise aux moments du maximum et du minimum de l'accroissement; on a donc choisi deux plantes qui s'étaient accrues de la même façon et qui avaient été cultivées dans les mêmes conditions, on les a coupées, l'une au moment du maximum, l'autre au moment du minimum, et, après y avoir marqué des zones de 15 millimètres de longueur, on les a soumises à la plasmolyse. On a exécuté une dizaine d'essais de cette nature afin d'effacer ce que les résultats pouvaient avoir d'individuel.

On a trouvé d'une manière générale que la région extensible de l'épicotyle est plus longue pendant le maximum que pendant le minimum. L'extensibilité ne paraît subir aucune modification dans le voisinage du sommet, mais dans les parties de plus en plus éloignées, elle diminue plus vite pendant le minimum que pendant le maximum.

Il est vrai que ce résultat ne ressort pas avec une égale netteté de toutes les expériences, cependant on n'a relevé aucun fait qui pût être considéré comme contradictoire. On pourrait objecter que ce n'est pas l'extensibilité, mais la turgescence qui change. L'expérience a démontré que non; on a plasmolysé les pousses et on les a tendues à l'aide de poids; presque toujours le poids de 100 grammes a rendu à toutes les zones la longueur qu'elles avaient avant la plasmolyse. On peut dire par conséquent, que l'une des causes tout au moins de la diminution de l'accroissement pendant la nuit est la diminution de l'extensibilité dans les régions éloignées du sommet.

3. *Influence de la lumière.* — On a coupé dans la même phase d'accroissement un épicotyle vert et un autre étiolé et on les a traités comme ci-dessus. Une série d'expériences semblables ayant été faites, on a constaté que dans les deux cas, l'extension de turgescence reste à peu près la même dans les deux zones supérieures, mais qu'elle est remarquablement plus forte à une distance plus grande du sommet chez les plantes étiolées; et ce qui vient d'être énoncé pour l'extension de turgescence, est également vrai pour l'extensibilité des membranes; en réalité, la turgescence elle-même n'est pas plus forte chez les plantes étiolées; elle serait, au contraire, plutôt un peu moindre. On voit que l'extensibilité de la membrane diminue plus vite à la lumière qu'à l'obscurité. Il est donc strictement vrai que si les entre-nœuds éclairés croissent moins vite que ceux qui végètent à l'obscurité, cela tient à la diminution, sous l'influence de la lumière, de l'extensibilité des membranes.

Cependant cette différence ne peut pas être la seule, puisque l'extensibilité des membranes n'est pas modifiée par la lumière dans les zones supérieures et que c'est précisément dans ces zones supérieures (6 expériences spéciales l'ont démontré) que règne la plus grande différence dans l'accroissement des plantes étiolées et non étiolées. Il faut donc croire qu'à l'obscurité le

protoplasme diminue la tension élastique des membranes plus rapidement qu'à la lumière. Cette dernière cause est beaucoup plus active dans l'allongement exagéré des entre-nœuds étiolés que la première.

4. *Influence de la température*. — On a fait pousser les plantes, les unes à 20 degrés environ, les autres à 9 degrés. La différence de l'intensité de l'accroissement a été très grande, mais on n'a pas trouvé de différence correspondante dans la tension de turgescence. Les résultats sont donc conformes à ceux qu'Askenasy avait obtenus avec des racines. Il ne s'ensuit pas, bien entendu, que l'accroissement soit indépendant de la tension de turgescence; tout ce qu'on peut dire, c'est que la température n'influe pas sur les facteurs de la tension de turgescence, mais sur la vitesse avec laquelle le protoplasma diminue la tension des membranes et rend possible une nouvelle extensibilité.

VESQUE.

Les effets des hivers rigoureux sur les céréales, par M. FR. BERG [1]. — Les céréales sont exposées, pendant les hivers rigoureux, à des périls divers. La gelée qui les surprend sans couverture de neige peut tuer le seigle et le blé. Moins la couche de neige est épaisse et plus les jeunes plantes souffrent. Un froid persistant de 25 à 30 degrés au-dessous de zéro [2] n'a respecté le seigle que dans les endroits où le vent avait accumulé la neige. Mais en somme, ces températures excessives et prolongées produisent rarement des désastres. Le temps changeant du printemps est beaucoup plus à redouter.

L'effet nuisible que produit une très épaisse couche de neige, semble s'expliquer par l'asphyxie. Ce qui est certain, c'est que le seigle périt souvent sous les grandes masses de neige, même lorsqu'il avait subi la gelée automnale dans de bonnes conditions. On se débarrasse au printemps des grands amas de neige en semant du sable sur leur surface. Le sable absorbe beaucoup mieux les rayons solaires que la neige, s'échauffe et hâte par conséquent le dégel.

Au printemps la glace est encore plus à craindre que la neige, surtout lorsque le soleil échauffe momentanément le sol et l'air au-dessous de la couche de glace, comme dans une serre.

L'une des causes de la mort des plantes soumises aux basses températures, est, d'après M. Kihlmann (de Helsingfors), la dessiccation. La transpiration, en effet, continuerait malgré la gelée, et surtout lorsque le soleil est assez vif, tandis que les racines n'absorbent pas l'eau glacée, même lorsque celle-ci est abondante. On peut faire à ce sujet l'expérience suivante : une jeune plante de serre, transpirant fortement et dont on avait entouré le pot de glace, ne tarde pas à se faner surtout si on l'expose au soleil et au vent. Mais si on l'arrose ensuite avec de l'eau tiède de manière à faire passer la température du sol de + 1 à 25 ou 28 degrés on la voit se relever en quarante minutes et reprendre en quatre heures son port naturel.

1. *Magdeburger Zeit.*, 1892, 103, d'après *Baltische Wochenschrift f. Landwirthsch.*, 1891, n° 34; *Biedermann's Centralbl.*, XXII, 324.

2. Cela se passe en Livonie.

D'après le même observateur, la dessiccation fait périr les plantes à la limite septentrionale de l'aire géographique qu'elles occupent; ce fait s'accorderait à merveille avec cet autre que les plantes des marais septentrionaux sont dotées, comme celles des déserts, de diverses dispositions qui doivent les protéger contre la trop forte transpiration. Plusieurs céréales comme l'avoine du Canada, qui résiste aux hivers, se défendent contre la transpiration en roulant leurs feuilles entières en forme de soie.

Souvent il arrive que le seigle gèle après avoir très vigoureusement poussé en automne; dans ce cas l'accident est dû à la pourriture, le sol ne gelant pas assez rapidement sous la couverture végétale, ou bien le froid n'étant pas assez vif pour arrêter la végétation.

Cela n'empêche pas, bien entendu, qu'on ne doive désirer une très belle venue du semis, car en dehors de l'inconvénient dont il vient d'être question, les plantes robustes supportent certainement bien mieux les intempéries de l'hiver.

Le trèfle meurt souvent en hiver, parce qu'il a été coupé ou brouté trop tard en automne. Cet effet apparaît surtout avec une grande netteté, lorsqu'on fauche tous les jours une petite parcelle, ainsi qu'on le fait si souvent pour obtenir des rations de fourrage vert. Ces parcelles traversent d'autant mieux l'hiver qu'elles ont été fauchées plus tôt.

Les engrais exercent une grande influence sur la résistance que les plantes opposent à l'action des froids. L'auteur a partagé un champ en bandes parallèles, les unes sans engrais, les autres enrichies d'engrais variés; on a semé uniformément du seigle sur le tout. Toutes les bandes sans engrais ont eu beaucoup à souffrir en hiver, les autres moins, la bande qui avait reçu de la poudre d'os a surtout parfaitement résisté. Après cet engrais phosphaté, il faut citer les engrais azotés dont l'heureuse influence a été également très remarquable. L'auteur, qui avait employé un engrais de tourbe et de poudrette, pense néanmoins que cette action de l'azote est générale; il rappelle à ce sujet que les variétés de céréales les plus azotées sont ordinairement celles qui résistent le mieux au froid. Cependant l'excès d'engrais, en créant des plantes trop grandes, trop succulentes, les exposerait à la pourriture. C'est ce qui est arrivé notamment à du seigle auquel on avait donné une dose exceptionnelle de cendres de bois.

Un sol trop meuble est défavorable. L'expérience directe a de nouveau démontré ce fait connu depuis longtemps.

Reste enfin l'influence de la race. Celle-là est tout à fait dominante. Les plantes s'adaptent lentement aux conditions qui causent la perte de la culture en hiver. Les races cultivées depuis longtemps dans le pays supportent mieux que celles nouvellement introduites les accidents hivernaux. On peut réussir à conférer à ces dernières cette sorte d'immunité en les cultivant en petit plusieurs années de suite.

On connaît d'ailleurs peu de chose à ce sujet sur les variétés de seigle; on est mieux renseigné sur celles du blé. Il est surprenant que souvent les variétés septentrionales du blé ne sont pas celles qui supportent le mieux l'hiver. Les riches en protéine sont souvent privilégiées, quoique les plus riches, provenant des climats chauds et secs, et parmi celles-ci les variétés

d'été qui sont encore plus riches en protéine, aient le plus à souffrir des intempéries de l'hiver. Les sortes plus pauvres en protéine telles que les races anglaises les plus productives, résistent le moins bien. Il est vrai que dans ce cas les bonnes façons données au sol corrigent le défaut dans une large mesure. Le square-headed, par exemple, a très bien réussi après les betteraves dans un champ labouré à une grande profondeur et très riche, alors qu'il a si mal supporté l'hiver dans une terre légère et maigre qu'il a fallu renoncer à sa culture.

L'auteur ayant cultivé le seigle de Sagnitz qu'il a obtenu lui-même dans différentes stations, a trouvé qu'il résiste très bien, au couvent de Ssolowetzk sur la mer Blanche ainsi qu'au sud du Caucase, mais qu'il périt fréquemment en hiver dans le midi de la Russie. Ce seigle, comme la plupart des races septentrionales, croît en effet très vite, les seigles méridionaux poussent au contraire beaucoup plus lentement. De plus, il s'éveille beaucoup plus difficilement sous l'influence d'une journée chaude, et peut-être s'est adapté à des périodes alternatives de repos et de croissance.

La pluie et la forme des feuilles, par M. E. Stahl[1]. — Lors de son séjour à Tjibodas et Buitenzorg, dans l'île de Java, l'auteur a remarqué que les feuilles des plantes forestières de la région occidentale de l'île se débarrassent singulièrement vite de l'eau qui les recouvre après les pluies les plus abondantes, même quand l'atmosphère est très humide; à côté d'elles on voit les végétaux introduits de l'Europe ou de l'Australie garnis pendant longtemps de grosses gouttes d'eau. Il étendit ses observations sur la végétation des forêts côtières de mangliers et sur celle des sommets des volcans, et, de retour en Europe, parvint à tracer ainsi un intéressant petit chapitre de l'histoire générale des adaptations.

L'adaptation des plantes à la pluie comprend deux ordres de faits différents : il s'agit d'abord pour la plante de se débarrasser de l'eau qui la mouille, qui charge démesurément le feuillage et pourrait abaisser la transpiration[2], en second lieu d'empêcher la pluie de baisser la feuille par le choc des gouttes.

Pour éviter le premier inconvénient il suffit que la feuille soit difficile à mouiller, de telle sorte que les gouttes au lieu de s'y attacher, roulent sur sa surface et tombent sur le sol. Il est curieux que les plantes des régions tropicales humides ne possèdent le plus souvent pas cette qualité, ce qui ne les empêche pas de s'essorer avec une rapidité extraordinaire. Cela tient à la forme de leurs feuilles qui sont terminées par une longue pointe souvent recourbée en lame de sabre et passant brusquement à la partie dilatée du limbe. Ce rostre conduit l'eau si rapidement qu'elle coule en un filet continu.

1. Extrait des *Annales du Jardin botanique de Buitenzorg*, XI, 1893, p. 98; *Bot. Centralbl.*, LV, p. 209.

2. Sur le moment sans doute; en général une feuille préalablement mouillée transpire plus qu'une autre qui est restée sèche. Il n'est pas impossible de faire se faner un pied de Sélaginelle en arrosant ses feuilles.

Une disposition semblable se retrouve également chez des plantes européennes, les saules, la viorne, le sureau, l'*Atragène*, le *Galeobdolon*, etc. L'auteur appelle ce rostre, la « pointe-gargouille »[1]. La pointe-gargouille peut fort bien exister ou manquer dans des espèces très voisines; elle permet de juger du climat et de la patrie de la plante, et chez les fossiles du climat des périodes géologiques passées.

Très souvent les cassures que les pluies battantes pourraient causer, sont évitées par la position pendante des jeunes feuilles et même des jeunes rameaux qui ne se relèvent qne lorsqu'ils ont pris quelque consistance. Il en est ainsi pour les folioles du marronnier d'Inde, de la vigne vierge, pour les pousses du tilleul et du coudrier. De cette façon la pluie violente ne frappe les surfaces des parties touchées que sous un angle très aigu. Notons que les très fortes averses se présentent ordinairement par un temps calme, et même quand il n'en serait pas ainsi, le même vent qui obligerait la pluie à fouetter, donnerait une position inclinée d'une manière correspondante aux jeunes feuilles et pousses.

Chez d'autres plantes, le bananier par exemple, le vent déchire les feuilles en lanières parallèles, sans que l'asssimilation chlorophyllienne soit entravée; le résultat en est simplement que les ruptures transversales sont évitées. Le même but est atteint chez les palmiers par des déchirures normales que causent les formes particulières de l'accroisement dans les feuilles. Enfin chez les dicotylédones et les fougères il y a véritable ramification du limbe de la feuille, toutes les fois que le besoin d'une adaptation analogue se fait sentir.

C'est ainsi que les feuilles inférieures, appliquées sur le substratum, de *Platycerium* et des *Pothos* sont entières, tandis que les vraies feuilles aériennes sont découpées. Les dicotylédones présentent de même une différence entre les feuilles radicales et les caulinaires.

1. Je traduis librement, en allemand : Traeufelspitze.

Le Gérant : G. MASSON.

Paris. — Imprimerie L. MARETHEUX, 1, rue Cassette.

LES CHARGES FISCALES

DE LA PROPRIÉTÉ RURALE ET DE L'AGRICULTURE

PAR

M. D. ZOLLA

Lauréat de l'Institut.

PREMIÈRE PARTIE

I

LA SITUATION DE LA PROPRIÉTÉ RURALE

La baisse du prix des denrées agricoles vient de provoquer en Europe une crise douloureuse. Celle-ci a eu pour conséquence la diminution générale des profits réalisés par les entrepreneurs de culture et une dépression parfois très considérable des loyers agricoles. Le prix des terres a subi une réduction analogue à celle des revenus fonciers et les propriétaires ruraux se sont ainsi trouvés doublement atteints dans leurs intérêts. Moins heureux, en effet, que les possesseurs de certaines valeurs mobilières, ils n'ont pas trouvé dans l'accroissement rapide du capital représenté par un titre, dans la régularité et la fixité des intérêts servis, une compensation parfois très large à la baisse continuelle du taux des placements. Deux personnes disposant, il y a dix ans seulement, d'une même somme de 100,000 francs, se trouvent aujourd'hui dans une position toute différente si l'une a fait l'acquisition d'un domaine rural, et si l'autre a placé sa fortune en valeurs mobilières très sûres comme des obligations de nos chemins de fer par exemple. Les revenus du propriétaire rural ont diminué de 15, 20 ou 25 p. 100, selon la région dans laquelle il aura choisi son domaine. Les augmentations de loyers agricoles ont été, en effet, assez rares depuis 1884, sauf dans l'ouest de la France, et les fermages ne sont guère restés stationnaires que sur quelques points de cette dernière région, de la Savoie, ou dans les environs des grandes villes lorsqu'il s'agissait de terres fertiles. Si les revenus de notre propriétaire rural ont rapidement décru, on peut affirmer que la valeur de son domaine a subi une diminution fort sensibe.

Tout autre serait aujourd'hui la position du capitaliste qui

aurait acheté des obligations de chemins de fer. Certes, ses revenus se seraient abaissés puisque l'impôt sur le revenu des valeurs mobilières a été dernièrement porté de 3 à 4 p. 100 ; mais, néanmoins, le prix des titres s'est élevé rapidement, par suite de la réduction si remarquable du taux de l'intérêt. Le cours des obligations de nos grandes Compagnies a progressé d'une façon ininterrompue, et la plus-value constatée aujourd'hui par rapport aux valeurs cotées en 1884 dépasse certainement 25 p. 100.

On voit combien est différente la situation faite, par des événements bien récents, à deux personnes dont les placements auraient été, il y a dix ans, également sûrs et avantageux. Ajoutez à cela que les fermages n'ont pas toujours été acquittés d'une façon régulière, tandis que le paiement des coupons n'a subi aucun retard ni soulevé aucune difficulté. Enfin, si l'impôt établi sur le revenu des valeurs mobilières a été augmenté et porté de 3 à 4 p. 100, on peut dire que les contributions mises sur le revenu des terres se sont accrues également. Le principal de ces contributions n'a pas augmenté ou même a été réduit, mais, en revanche, les centimes additionnels ont été plus nombreux.

Telle est la situation des propriétaires ruraux comparée à celle des possesseurs de valeurs mobilières. Il est évident que ce parallèle tracé aujourd'hui, parait être tout en faveur des derniers. On ne saurait donc s'étonner des plaintes que font entendre ceux des propriétaires fonciers dont la situation est singulièrement moins avantageuse. Ce que nous venons de dire suffit à expliquer la vivacité et la généralité de ces plaintes. Elles nous paraissent aussi légitimes qu'elles sont sincères. Toute une classe d'hommes dont la fortune est représentée, au moins en grande partie, par des propriétés rurales subit des épreuves que personne ne pouvait prévoir il y a vingt ans et que tout le monde doit déplorer aujourd'hui.

La propriété n'est pas, dans notre pays, concentrée entre les mains de quelques milliers de familles. Elle n'est ni le privilège d'une caste, ni le produit d'une conquête comme aux premiers siècles de notre histoire. Les hommes qui la détiennent sont au nombre de plusieurs millions ; elle a été le plus souvent échangée contre le produit du travail le plus honorable, ou légitimée par une longue possession qui a fait oublier ses défauts et effacé les taches de son origine.

Mais si les plaintes dont nous nous faisons en ce moment l'écho doivent paraître légitimes, la situation douloureuse qui les explique ne justifie ni les réclamations dont on les accompagne habituellement, ni la confusion trop souvent faite entre les intérêts de l'agriculture et ceux de la propriété rurale, ni les accusations portées contre notre législation fiscale très injuste, assure-t-on, parce qu'elle est trop dure à l'égard des propriétaires ruraux.

Ce que l'on réclame, en effet, c'est une diminution immédiate et considérable des impôts assis sur les revenus de la terre, c'est, notamment, la suppression de l'impôt foncier.

La confusion que l'on a faite consiste à admettre sans discussion, comme un axiome, que l'industrie agricole, ajoutons même la population rurale tout entière, est intéressée à la réduction des charges fiscales de la propriété foncière. On suppose, ainsi, *a priori* que les fermiers, les métayers, les ouvriers ou les domestiques agricoles verraient leur situation améliorée, si un impôt comme la contribution foncière venait à être brusquement supprimé. Ceux qui partagent cette opinion tranchent sans hésiter une question d'incidence ou de répercussion des impôts qui est très incertaine et très diversement résolue; ils confondent les intérêts de toute la classe agricole avec ceux des propriétaires fonciers sans faire de distinction entre ceux qui cultivent eux-mêmes et ceux qui se contentent de louer leurs domaines.

Enfin notre législation fiscale est accusée de frapper sans mesure la propriété foncière tandis qu'elle ménage sans plus de justice la propriété mobilière, l'industrie ou le commerce. Il y a plus, confondant toujours la propriété rurale avec l'agriculture on en est venu à dire : « Le cultivateur est la bête de somme du budget. Nous avons cherché ce que chaque industrie, ce que chaque classe de contribuables paye pour 100 de son revenu. A la suite de ces recherches, des chiffres ont été produits à la tribune qui jettent un grand jour sur les inégalités de notre régime d'impôts où l'*Agriculture* est plus chargée que toutes les autres branches de notre activité nationale.

« Voici ces chiffres accusateurs :

La propriété rurale (l'auteur disait tout à l'heure *l'agriculture*), non compris les impôts de consommation, paye. .	25 p. 100.
La propriété immobilière urbaine payait en 1889	17 —

Les valeurs mobilières	4.7	p. 100.
Le commerce et l'industrie	13	—
Les salaires, les gages et les traitements	7	—

« De tels chiffres prennent notre régime fiscal en flagrant délit de favoritisme. »

Nous ne pouvons accepter sans discussion ces affirmations. Si leur exactitude était prouvée, ce serait des réformes immédiates qu'il faudrait, en effet, réclamer avec énergie. Si, au contraire, les accusations formulées contre notre régime fiscal ne sont pas fondées, il importe de le dire bien haut. On ne saurait sans danger laisser croire à une moitié de la population française, à la classe agricole tout entière, qu'elle est victime d'une déplorable injustice, et qu'un siècle après 1789, il existe encore des serfs de la glèbe taillables et corvéables à merci.

Pour résoudre le problème qui est maintenant posé, il nous faut chercher quelles sont les charges fiscales de la propriété rurale. Nous en étudierons ensuite la répercussion ou « l'incidence », c'est-à-dire nous rechercherons quelles sont les personnes qui acquittent, en définitive, les impôts dont sont grevés les héritages ruraux. Cette discussion nous permettra de déterminer dans quelle mesure les intérêts de la propriété rurale se confondent avec ceux de l'agriculture et quelle influence exercent sur cette dernière les contributions imposées aux propriétaires.

Nous chercherons ensuite quelle est la situation de ces derniers et nous aurons l'occasion d'étudier, soit les variations des charges fiscales qu'ils ont supportées depuis le commencement du siècle, soit les inégalités de traitement dont ils pourraient avoir à se plaindre en comparant aux sacrifices qu'on leur demande ceux que l'on impose aux autres catégories de contribuables.

Enfin, dans la seconde partie de cette étude, nous essaierons de calculer les charges fiscales de l'Agriculture, c'est-à-dire de la classe agricole tout entière qui renferme non seulement des propriétaires, mais encore des entrepreneurs de culture, comme les fermiers ou les métayers, et, en outre, des ouvriers ou des domestiques.

II

LES CHARGES FISCALES DE LA PROPRIÉTÉ RURALE

L'impôt est la quote-part prélevée sur le revenu de chaque citoyen pour les dépenses des services publics. Cette définition a, croyons-nous, le mérite d'être simple et exacte tout à la fois.

Il paraît en résulter que, pour asseoir l'impôt, on devrait calculer le revenu de chaque contribuable et en retenir une partie. En aucun pays, et dans aucun temps cette méthode n'a été employée. La constatation ou l'évaluation des revenus pris en bloc a toujours paru, en effet, inquisitoriale, inexacte ou dangereuse. Nulle part l'impôt général sur le revenu n'a remplacé les taxes directes ou indirectes plus anciennes qui assurent aujourd'hui encore l'équilibre des grands budgets.

Ce que l'on a cherché à taxer, tout d'abord, ce sont *les revenus* si divers des citoyens, en distinguant, pour cela, les *sources* différentes dont ils provenaient. Le *revenu total* de chaque personne restait ignoré. Examinons, par exemple, nos impôts directs en France.

L'un qui se nomme contribution foncière, atteint les revenus fonciers, parce que la terre et les propriétés bâties constituent deux sources de revenus. De même, la contribution des portes et fenêtres grève les revenus immobiliers, et la contribution des patentes frappe les revenus provenant de l'exercice d'une profession.

Ce sont là des impôts spéciaux ayant pour objet de frapper des revenus déterminés. De plus, nous remarquerons avec soin que ces contributions ne varient pas avec la situation personnelle de ceux qui les acquittent. Qu'un propriétaire foncier soit possesseur de richesses mobilières considérables ou médiocres, qu'il ait contracté des dettes, ou acquis, au contraire, des créances, l'impôt foncier sera le même, parce que cette taxe frappe, non pas le propriétaire, mais la propriété, non pas le capitaliste, mais le capital produisant les revenus sur lesquels elle est assise. En quelques mains que passe la parcelle de terre, elle devra l'impôt qui la suit et s'attache à elle.

Pour nous qui cherchons en ce moment à calculer les charges fiscales de la propriété rurale, cette distinction entre le propriétaire et la propriété présente une importance extrême. Nous allons essayer de le montrer.

Supposons qu'un propriétaire possède pour toute fortune un domaine rural. Les revenus de cet héritage sont grevés par l'impôt foncier, et même par l'impôt des portes et fenêtres qui s'y ajoute évidemment. Mais le propriétaire acquitte, en outre, une foule de taxes directes et indirectes alors même qu'il ne réside jamais dans son domaine. Dirons-nous que toutes ces taxes représentent des charges fiscales de la propriété rurale parce que, en définitive, elles sont prélevées sur le revenu d'un bien-fonds? Allons-nous considérer l'impôt sur les boissons, les droits de timbre et d'enregistrement, le produit des douanes et des monopoles de l'Etat, comme des contributions frappant le revenu des immeubles? Evidemment non! Ces taxes atteignent tous les contribuables; elles réduisent leurs revenus quelle qu'en soit l'origine. Ce ne sont pas des charges de la propriété envisagée comme une source particulière de revenus; elles sont acquittées par des propriétaires, par des négociants, par des salariés, à l'occasion des actes, des consommations les plus variés, mais il ne nous est pas plus permis de les considérer comme une charge des immeubles ruraux si celui qui les acquitte est un propriétaire, qu'il ne nous est possible de les regarder comme une charge fiscale de l'industrie si elles sont prélevées sur les revenus d'un industriel.

Les distinctions que nous venons de faire pourraient paraître subtiles et oiseuses au premier abord. — Nous les croyons, au contraire, indispensables parce que les erreurs signalées ici ont été commises bien des fois; elles ont pour conséquence l'exagération des charges fiscales de la propriété rurale que l'on nous représente comme accablée par l'impôt.

C'est une erreur non moins grave que de confondre les charges de la propriété avec celles de l'agriculture. Il existe en France plus de deux millions de propriétaires cultivateurs. Ces derniers paient un très grand nombre de taxes directes qu'il est naturel, au premier abord, d'assimiler aux taxes foncières. Voici par exemple les prestations en nature ou en argent destinées à l'entretien des chemins vicinaux; voici les taxes sur les chevaux et voitures, ou sur les chiens; voici même la contribution personnelle et l'impôt mobilier! N'est-ce pas le petit propriétaire-cultivateur qui les acquitte; ne sont-elles pas prélevées sur le produit de ses champs?

On dresse donc la liste de ces impôts, on en évalue le montant pour l'année entière et on l'ajoute aux charges déjà grossies par

des calculs analogues. Les conclusions d'un pareil travail n'ont aucune valeur. Ce n'est pas parce qu'ils sont propriétaires que les cultivateurs dont nous venons de parler ont été assujettis à l'impôt des prestations, à la contribution personnelle-mobilière, à la taxe des chevaux et voitures, etc., etc., Les agriculteurs voisins qui sont simplement métayers ou fermiers, et tous les contribuables, propriétaires ou non, agriculteurs ou non, acquittent les mêmes impôts s'ils sont d'ailleurs placés dans les mêmes conditions. Ces impôts doivent figurer en partie parmi les charges fiscales de l'agriculture et de la population agricole, mais ils ne pèsent pas sur les revenus fonciers que le législateur n'a pas entendu frapper de cette façon. Nous ne pensons pas qu'il puisse subsister, à cet égard, quelque doute dans l'esprit du lecteur après les observations que nous venons de présenter.

Certains impôts méritent, maintenant, d'attirer notre attention d'une façon particulière. Nous voulons parler des droits de transmission et de mutation relatifs aux immeubles. Toutes les fois qu'une propriété foncière passe du patrimoine d'une personne dans celui d'une autre, à la suite d'une vente, d'un échange, d'une donation, ou de l'ouverture d'une succession, l'administration de l'Enregistrement prélève sur le prix de l'immeuble un droit de transmission ou de mutation.

Ces droits peuvent-ils être considérés comme représentant une charge fiscale de la propriété foncière ?

Nous remarquerons, tout d'abord, que les droits en question ne constituent pas une charge annuelle, régulière et normale des revenus fonciers. La transmission de la propriété par voie de change, de donation, de vente ou de succession est nécessairement un fait irrégulier et accidentel. Il n'y a là rien de comparable à une taxe annuelle sensiblement proportionnelle aux revenus.

Peut-on savoir, en outre, quelles personnes acquittent réellement et effectivement ces impôts? La question est extrêmement obscure et difficile à résoudre avec quelque précision.

Une personne vend son domaine, et le contrat ne contient aucune clause relative au paiement des frais et « loyaux coûts » de cette transmission de propriété. Dans ce cas, notre Code civil décide que les frais seront supportés par l'acheteur. Est-ce donc ce dernier qui en supportera la charge, et dans ce cas peut-on

admettre que les droits de mutation représentent une contribution assise sur les revenus de l'immeuble vendu ? Comment pourrions-nous l'affirmer? Même en acceptant cette hypothèse du paiement des droits par l'acheteur, il nous est bien permis de penser que celui-ci a tenu compte des frais qui lui sont imposés, frais qui s'élèvent à 10 ou 13 p. 100 du prix de l'immeuble. N'a-t-il pas offert simplement au vendeur une somme d'autant plus faible que les droits de mutation étaient plus élevés, de telle sorte qu'en définitive le vendeur seul supporte la charge de l'impôt ? Voici, par exemple, une maison rapportant un revenu absolument net de 4,000 francs ; j'en suis propriétaire et je désire la vendre. Aux taux courant des placements immobiliers, elle vaut 100,000 francs, mais pour l'acquérir il faudra payer 10 p. 100 de droits de transmission, soit 10,000 francs. Un acheteur se présente et offre 100,000 francs. Pourrais-je lui imposer, en outre, la charge des droits? Nous ne le croyons pas. L'immeuble dans ce cas ne représenterait plus un placement à 4 p. 100, puisque l'acheteur devrait débourser, non pas 100,000 francs mais 110,000 francs. Il refusera donc l'offre qui lui sera faite ; et nous ajoutons qu'il pourra la refuser parce que d'autres placements également sûrs et avantageux lui sont connus. Pour arriver à vendre, le propriétaire devra donc consentir à recevoir seulement 90,000 francs, et, en ajoutant à cette somme les droits de mutation qui lui sont imposés, l'acheteur déboursera néanmoins 1000,00 francs.

Ainsi, l'acheteur supporte en apparence la charge de l'impôt; mais en réalité, c'est probablement le vendeur qui l'acquitte parce qu'il vend 90,000 francs ce qu'il eût vendu 100,000 francs si l'impôt n'eût pas existé.

Que l'on modifie, si l'on veut, cette hypothèse, que l'on se place dans toutes les situations imaginables, il sera toujours malaisé ou impossible de savoir sur qui retombe, en définitive, réellement et effectivement, le poids des droits de transmission.

A coup sûr, ceux-ci ont été prélevés sur la fortune ou les revenus d'un ou de plusieurs contribuables; ils représentent bien un impôt, mais la répercussion nous en est inconnue la plupart du temps.

Ce que nous disons des ventes et achats de propriétés n'est pas tout à fait exact pour les successions et les donations. La répercussion de l'impôt nous paraît plus aisée à déterminer.

Telle personne hérite d'une somme de 100,000 francs, mais il lui faut acquitter 10,000 francs de droits. C'est bien l'héritier qui supporte le poids de l'impôt. Il n'hérite en réalité que de 90,000 francs. Il en serait de même pour un donataire.

Mais qu'il s'agisse de ventes, de donations, de successions ou d'échanges, que l'impôt retombe sur le vendeur ou sur l'acheteur, sur le donataire ou le donateur, sur le testateur ou sur son héritier, nous ne voyons pas clairement le lien qui peut exister entre les droits d'enregistrement cités plus haut et le revenu des immeubles.

Dans son *Traité de la science des finances*[1], M. Leroy-Beaulieu dit à ce propos : « Un autre motif qui doit incliner le législateur dans le même sens (modération des droits), c'est que les droits de succession très élevés sont souvent payés par l'héritier sur le capital même de la succession, sans qu'il s'ingénie à reconstituer par l'épargne la partie de ce capital payée comme impôt au fisc. Si le Trésor, sur une succession de 100,000 francs, exige de l'héritier 10 ou 12,000 francs, celui-ci ne pouvant pas reconstituer en peu de temps, la somme que le Trésor lui enlève, se considère comme ayant hérité seulement de 90,000 ou 88,000 francs..... Quand la taxe est légère, qu'elle ne dépasse pas 1 1/2 p. 100; quand, en outre, alors même qu'elle serait de 2 ou 3 p. 100, on accorde des délais aux contribuables, deux ou trois ans, par exemple, pour se libérer, il est bien probable que l'impôt se paie sur le revenu... »

Les droits de succession seraient donc tantôt prélevés sur le revenu et tantôt sur le capital ! On pourrait en dire autant des taxes de transmission pour les ventes et échanges. Cette distinction complique, sans la résoudre, la question que nous nous étions posée tout d'abord : Les droits d'enregistrement peuvent-ils être considérés comme une charge fiscale des revenus fonciers ?

En vérité, nous ignorons leur incidence, et il est impossible de les considérer comme des charges annuelles, régulières et normales de la propriété rurale. Nous sommes d'avis qu'on doit les ranger à part et les considérer plutôt comme une charge imposée aux propriétaires et à l'ensemble de la classe agricole, au même titre que les droits de succession et de transmission relatifs aux

1. *Traité de la science des finances*, par Paul Leroy-Beaulieu, de l'Institut; 2 vol. in-8, Paris, Guillaumin, 4e édition., t. I, p. 514.

choses mobilières, aux valeurs, etc., etc.; nous dirons plus tard comment il est possible d'en déterminer le montant.

Conclusion. — La première partie de notre tâche est, maintenant, presque terminée. Il convenait avant tout de déblayer le terrain et de montrer quels impôts ne pouvaient pas être compris dans le montant des charges fiscales de la propriété rurale. Les seules que nous devions étudier sont celles qui atteignent directement et régulièrement les revenus de la terre. Ce sont, à notre avis, les contributions foncière et des portes et fenêtres. Pour la première, le doute n'est pas possible ; pour la seconde, on pourrait se demander si le locataire n'en supporte pas le poids, au moins en partie, Nous examinerons cette question tout à l'heure à propos de l'incidence de ces deux taxes.

Quelques explications sont, dès à présent, nécessaires pour montrer leur caractère et leur poids.

En ce qui concerne la contribution foncière, il faut faire une distinction. Cet impôt est aujourd'hui représenté par deux taxes: 1° la contribution foncière des propriétés non bâties qui est un impôt direct de *répartition ;* 2° la contribution foncière des propriétés bâties qui est devenu un impôt direct de *quotité* depuis 1891 [1]. Rappelons rapidement en quoi consistent les différences qui séparent l'impôt de répartition et l'impôt de quotité.

Pour l'impôt de répartition des propriétés non bâties, le contingent total et les contingents départementaux sont fixés chaque année par la loi de finances. Ce sont, ensuite, les conseils généraux qui répartissent le contingent départemental entre les arrondissements; puis, les conseils d'arrondissement répartissent, à leur tour, le contingent qui leur est assigné et déterminent celui de chaque commune. Enfin, dans les limites de cette dernière, le contingent total est réparti entre les parcelles proportionnellement au *revenu net imposable* qui a été calculé *lors de la confection du cadastre.* En vertu du principe de la fixité des évaluations cadastrales, on ne tient pas compte, aujourd'hui, des variations considérables de revenu qui ont pu se produire depuis la confection du cadastre. Celui-ci ayant été dressé depuis 1807 jusqu'à 1842, il est clair que les revenus anciens sont très diffé-

1. C'est le *principal* de l'impôt qui a ce caractère. Les centimes additionnels s'ajoutent au principal de l'année 1890 conservé fictivement.

rents des valeurs actuelles. Si toutes les terres avaient simultanément augmenté ou diminué de prix dans les mêmes proportions, les inconvénients d'une tarification ancienne seraient insignifiants. Il n'en est pas ainsi, malheureusement. Tandis que des landes défrichées ou plantées en bois et en vignes ont rapidement augmenté de valeur, l'accroissement du revenu net des terres labourables, prés et vignes anciennes, a été beaucoup moindre. Les premières comme les secondes figurent, cependant, avec leurs revenus d'autrefois sur le cadastre, et la répartition de l'impôt est affectée d'un défaut de proportionnalité très choquant. Les contingents communaux d'un même arrondissement ne sont pas davantage proportionnels aux totaux des revenus imposables *actuels* et *réels* de chaque commune. La même disproportion existe entre les contingents des arrondissements et même entre ceux des départements. Pour ces derniers, il convient seulement de noter que le taux maximum du principal de l'impôt foncier a été réduit à 4 p. 100 [1] en 1890 à la suite d'un dégrèvement de 15 millions de francs. Dans quelques départements, ce taux maximum n'est pas atteint, et il subsiste, par conséquent, une inégalité entre les contingents des départements.

Toutes les inégalités dont nous venons de parler se trouvent singulièrement aggravées par l'existence et l'accroissement rapide des centimes additionnels. La contribution foncière est, en effet, divisée en deux portions distinctes. L'une, appelée *principal* de l'impôt, est payée à l'État ; l'autre est constituée par des centimes additionnels généraux ou locaux. Chaque franc du *principal* est ainsi grossi par des centimes dont le nombre dépasse 100, et double par conséquent le principal lui-même. Les inégalités de la répartition du principal sont donc aggravées par l'augmentation rapide des centimes additionnels.

Les seuls remèdes qu'on puisse apporter à une pareille situation sont : 1° la réfection des opérations administratives du cadastre, c'est-à-dire la nouvelle évaluation du revenu net imposable de chaque parcelle.

2° Une évaluation précise et rapide des revenus fonciers, et la transformation de l'impôt foncier de *répartition* en un impôt de *quotité*.

1. 4 p. 100 par rapport aux revenus évalués en 1879.

Par impôt de quotité on entend une contribution prélevant une part identique des revenus sur lesquels elle est assise, et variant avec ces derniers dont elle suit les mouvements.

La contribution foncière des propriétés bâties est un impôt de quotité depuis le 1er janvier 1891. Une enquête a déterminé le revenu net de chaque immeuble, et l'État prélève un impôt de 3.20 p. 100 sur le montant des valeurs constatées. Celles-ci varient évidemment d'une année à l'autre, mais l'impôt ne peut suivre ces mouvements parce qu'il faudrait pour les constater recourir à de nouvelles enquêtes. On admet que le revenu net ne varie pas sensiblement entre deux évaluations. C'est là une hypothèse évidemment inexacte, mais on peut considérer alors l'impôt de quotité ainsi compris comme une sorte de « forfait » ou d'abonnement. Il suffit, d'ailleurs, que l'intervalle de deux enquêtes soit assez court pour que le principe de la proportionnalité de l'impôt aux revenus soit respecté.

Puisque nous cherchons à déterminer les charges de la propriété rurale, il est nécessaire de tenir compte à la fois de l'impôt sur les propriétés non bâties et de la contribution sur les constructions annexées aux terres. Or, l'enquête de 1887 sur le revenu des propriétés bâties porte à 191 millions de francs le revenu imposable des bâtiments ruraux dans la France entière. Ce chiffre est peut-être trop faible, mais il ne peut, cependant, dépasser 450 millions, car l'enquête attribue cette valeur à l'ensemble des propriétés bâties situées dans les communes dont la population est inférieure à 2,000 habitants. Nous pensons que l'on peut, sans chance d'erreur grave, porter à 350 millions le revenu imposable des habitations et bâtiments ruraux affectés à l'usage de l'agriculture.

D'autre part, le principal de la contribution foncière pour les propriétés bâties s'élevant à 67 millions de francs, en 1893, pour un revenu imposable de 2,090 millions, la part de la propriété rurale se trouve portée à 11 millions.

Quant aux centimes additionnels qui s'ajoutent, aujourd'hui, à l'ancien principal de 1890, ils s'élèvent à 14 millions de francs. En résumé, la charge de la propriété rurale serait de 25 millions de francs en chiffres ronds.

Pour la contribution foncière des propriétés non bâties, le calcul est plus simple. Il suffit, pour en constater le montant, de

noter les chiffres inscrits au budget. Voici les indications que nous lui empruntons :

Impôt foncier des propriétés non bâties (1893).

Principal de l'impôt.	103 millions de francs.
Centimes additionnels	141 — —
Total.	244 millions de francs.

L'impôt des portes et fenêtres est un impôt de répartition; mais il est nécessaire, cependant, pour calculer les cotes individuelles, de tenir compte du tarif établi par la loi du 21 avril 1832. Ce tarif indique le montant de l'impôt par ouverture, dans un tableau qui fait varier la taxe : 1° avec la population de la commune ; 2° avec le nombre des ouvertures existant dans chaque habitation. Les bâtiments ruraux qui ne servent pas à l'habitation humaine sont exempts de cette contribution. Pour ces trois raisons, il est évident que la portion acquittée par la propriété rurale sur le produit total de l'impôt doit être peu considérable. Tout le monde sait, en effet, que les propriétés rurales sont situées dans des communes dont la population est peu nombreuse. D'autre part, le nombre des ouvertures par habitation est moins grand dans les campagnes. Enfin, l'exemption accordée aux granges, écuries, étables, pressoirs, etc., etc., réduit encore l'impôt.

Ces faits nous portent à penser que la propriété rurale ne supporte guère plus du cinquième de l'impôt des portes et fenêtres. On trouverait ainsi :

Contribution des portes et fenêtres (1893).

Principal	8 millions de francs.
Centimes additionnels	9 — —
Total.	17 millions de francs.

En résumé, les charges fiscales de la propriété rurale seraient, à notre avis, les suivantes :

Impôt foncier des propriétés bâties. . . .	25 millions de francs.
Impôt foncier des propriétés non bâties.	244 — —
Impôt des portes et fenêtres.	17 — —
Total.	286 millions de francs.

Nous croyons que ce total de 286 millions de francs représente les charges annuelles et normales des revenus de la propriété rurale. Pour savoir quel sacrifice se trouve imposé de ce fait aux

propriétaires par rapport à leurs revenus bruts, il convient de calculer ces derniers.

Nous trouvons, tout d'abord, le chiffre de 350 millions se rapportant au revenu imposable des bâtiments d'exploitation ou d'habitation.

Quant aux revenus des terres, ils étaient évalués, en 1879-81, à 2,645 millions de francs, à la suite d'une enquête faite avec le plus grand soin. Depuis 1879, les loyers agricoles ont subi, il est vrai, une diminution très sensible. Nous la porterons à 25 p. 100, proportion considérable puisqu'il s'agit ici d'une moyenne et non de quelques exemples isolés. Le revenu imposable de la propriété non bâtie tomberait ainsi à 1,984 millions de francs. En ajoutant 350 millions pour les bâtiments on voit que les revenus de la propriété rurale s'élèvent à 2,334 millions de francs.

Les charges fiscales se montant à 286 millions représentent, ainsi, 12 p. 100 des revenus actuellement taxés. Il s'agit ici d'une moyenne générale, et dans beaucoup de cas cette proportion se trouve dépassée; dans bien des cas, aussi, elle n'est pas atteinte. Ceux de nos lecteurs qui se trouvent placés dans une situation exceptionnelle, par suite des inégalités choquantes de la répartition actuelle de l'impôt foncier afférent aux propriétés non bâties, voudront bien tenir compte de ces circonstances particulières. Leur exemple ne prouvera pas que le résultat de nos calculs est inexact. Il peut se faire également que, par suite d'une baisse extraordinaire des fermages, le montant des charges fiscales d'une propriété rurale soit plus élevé et dépasse à cette heure 12 p. 100 des revenus nets. Dans une étude d'ensemble, nous ne pouvons pas tenir compte des faits particuliers. Les bases de nos calculs sont, cependant, assez sûres pour mériter confiance. D'une part, le chiffre même de la contribution foncière et des portes et fenêtres ne saurait être discuté; d'autre part, le revenu net des propriétés rurales a été constaté avec assez de précision pour qu'on puisse le considérer comme exact. Enfin, la réduction de 25 p. 100 que nous avons fait subir aux évaluations de l'enquête 1879-1881, est considérable; nous pensons donc que la proportion indiquée plus haut représente très vraisemblablement le poids relatif des impôts qui pèsent sur la propriété rurale.

Celle-ci est-elle, à ce point de vue, plus fortement frappée que les autres sources de revenus? C'est ce que nous examinerons

bientôt. Il nous faut auparavant étudier la répercussion ou l'incidence des taxes, dont nous venons de calculer le montant et d'en déterminer le poids, par rapport aux revenus sur lesquels nous savons qu'elles sont prélevées.

III

L'INCIDENCE DES CHARGES FISCALES DE LA PROPRIÉTÉ RURALE

L'impôt foncier est acquitté par le propriétaire. Tel est le fait que nous constatons. Est-il certain, cependant, que le possesseur du sol en supporte tout le poids; ne peut-il pas le rejeter, au moins en partie, sur le consommateur de denrées agricoles, parce que la contribution foncière élève les frais de production, et sur le locataire fermier ou métayer, auquel il en imposera la charge? L'intérêt de cette question est considérable.

Si le consommateur supporte, en partie, l'impôt foncier, il est clair que le propriétaire, à son tour, n'acquitte réellement qu'une fraction de ce dernier.

Si le fermier ou le métayer peut être obligé de payer cette contribution, on voit immédiatement qu'elle grève les frais de production de l'agriculture et peut mettre celle-ci dans une situation d'infériorité très marquée à l'égard des producteurs étrangers sur lesquels pèserait un impôt moins lourd.

Dans la première hypothèse, ce sont les charges fiscales de la propriété qui se trouvent allégées; dans la seconde, c'est l'industrie agricole elle-même qui est frappée en même temps que le propriétaire est dégrevé; mais alors, il devient nécessaire de protéger l'agriculture contre la concurrence des pays où le sol n'est pas aussi fortement atteint par l'impôt.

Enfin, on peut supposer que le locataire lui-même ne fait qu'avancer l'impôt et en rejette réellement le poids sur le consommateur. Cette hypothèse est semblable à celle qui vient d'être faite tout à l'heure à propos des propriétaires; elle devra donc être examinée en même temps.

§ 1er

« D'après un premier système, dit M. Paul Leroy-Beaulieu, dans son *Traité de la science des finances*, l'impôt foncier pèserait sur le consommateur des produits agricoles : cette opinion

peut être soutenue au point de vue scientifique en la rattachant à la célèbre doctrine de Ricardo sur la rente de la terre; mais elle est surtout professée empiriquement par les défenseurs des agriculteurs dans les assemblées politiques. Dès qu'il s'agit d'accroître l'impôt foncier, « prenez garde, disent-ils, vous allez renchérir les subsistances; vous allez élever le prix du blé ». Cette objection n'a pas une grande portée; presque toujours elle porte à faux.

En effet, le prix des subsistances comme celui de tous les autres objets, est réglé par la grande loi de l'offre et de la demande. Pour que le prix des subsistances haussât dans un pays par suite de l'établissement ou de l'augmentation de l'impôt foncier, il faudrait de deux choses l'une : ou que cet impôt réduisît la quantité des subsistances annuellement produites, ou bien qu'il augmentât chez les consommateurs les désirs et les moyens d'acheter de ces denrées. Il est clair que l'impôt foncier ne peut avoir ce dernier effet. Mais aurait-il le premier? c'est-à-dire la conséquence de l'établissement ou de l'augmentation de cet impôt, serait-elle de nature à réduire l'étendue des terres en culture, ou à rendre plus mauvaises les méthodes de travail? Cette conséquence ne pourrait se manifester que dans le cas d'un impôt foncier extraordinairement lourd et mal assis, d'un impôt foncier qui absorbât la totalité de ce qu'on appelle la rente de la terre, c'est-à-dire de cette partie du produit net, qui dépasse les frais de culture et les bénéfices légitimes du fermier. Tant que la rente de la terre ne sera pas absorbée par l'impôt foncier, le propriétaire aura un intérêt évident à continuer à exploiter ou à faire exploiter sa terre et à perfectionner les méthodes de culture; dans ce cas, la quantité des subsistances ne sera pas réduite, les prix ne pourront donc pas hausser. Cette hausse serait d'autant plus impossible que le pays aurait un régime de douanes plus libéral, admettant, sans droits compensateurs, les denrées et les subsistances venant de l'étranger.

« Ainsi, l'impôt foncier, à moins qu'il ne soit extraordinairement élevé et singulièrement mal assis, n'exerce aucune influence sur le prix des subsistances : il diminue seulement ce qu'on appelle en langage scientifique, *la rente de la terre*, c'est-à-dire le revenu net du propriétaire après la défalcation *des frais de culture et des bénéfices du fermier*. »

On voit que la conclusion de M. Leroy-Beaulieu est aussi nette, aussi précise que possible, et la démonstration qu'il nous donne

n'est pas moins claire. Il importe de remarquer que l'auteur a soin de nous dire : « La hausse des subsistances serait d'autant plus impossible que le pays aurait un régime de douanes plus libéral. »

Les droits à l'importation peuvent, en effet, exercer une action décisive sur la marche du cours des produits, et toute hausse des prix a précisément pour conséquence une augmentation des revenus fonciers ou, ce qui revient au même, un arrêt du mouvement de baisse que ces derniers devraient subir sous le régime de la libre concurrence. Les propriétaires fonciers ont toujours soutenu avec beaucoup de force cette opinion que l'État avait pour devoir d'arrêter la baisse des fermages par une augmentation des droits de douane frappant les produits agricoles étrangers. Pendant les périodes de baisse, ils ont demandé avec non moins d'énergie, une réduction de l'impôt foncier.

Nous aurons bientôt à discuter la légitimité de ces réclamations. Disons tout de suite que les conclusions de M. Leroy-Beaulieu expliquent parfaitement les vœux des propriétaires ruraux. Puisque, sous le régime de la concurrence, la contribution foncière se trouve supportée par les seuls propriétaires, il est naturel que ceux-ci cherchent à en rejeter le fardeau, soit en obtenant une protection qui élève le prix des denrées agricoles, soit en réclamant un dégrèvement qui diminue précisément la charge dont sont grevés leurs revenus.

Il est également naturel que, durant les périodes de baisse des loyers agricoles, ces réclamations soient plus pressantes et paraissent mieux fondées. Ce sont, en réalité, les intérêts des consommateurs et ceux des propriétaires qui se trouvent en conflit.

Mais le problème n'est-il pas encore plus compliqué? Les locataires eux-mêmes, c'est-à-dire les entrepreneurs de culture tels que les fermiers ou métayers ne sont-ils pas intéressés dans cette question, et ne peut-on pas faire retomber sur eux le poids de la contribution foncière toutes les fois qu'il est impossible de la rejeter sur les consommateurs?

On voit immédiatement la portée de cette répercussion. Ce ne sont plus seulement les intérêts de la propriété qui sont en jeu; il s'agit aussi des intérêts de l'agriculteur? De là à prétendre que l'agriculture tout entière et la population agricole elle-même, sont atteintes par l'impôt foncier, il n'y a qu'un pas. N'est-il pas certain, en effet, que la situation matérielle des salariés dépend de

la prospérité des entrepreneurs de culture, prospérité qui est elle-même intimement liée à la réduction des charges fiscales qu'on leur impose?

§ 2

La valeur locative des héritages ruraux ne dépend point assurément de la volonté des propriétaires. Elle est déterminée par la fécondité du sol, par la situation des terres, par l'étendue des bénéfices qu'un agriculteur peut réaliser en les cultivant, et enfin, d'une façon plus générale, par la concurrence des fermiers.

Toutes ces circonstances sont, d'ailleurs, bien connues dans une région, et une longue expérience a appris aux locataires qu'ils ne pouvaient payer un fermage supérieur à une somme déterminée par hectare. Ce prix courant de location ne saurait être dépassé, et tout propriétaire qui élèverait ses prétentions au delà du chiffre fixé par la loi de l'offre et de la demande, risquerait de ne pas trouver de preneurs. L'étude des faits aussi bien que le bon sens nous démontrent que les locataires refuseraient, en effet, d'acquitter un prix de fermage arbitrairement fixé par le bailleur, puisqu'ils pourraient trouver, ailleurs, des terres disponibles dans des conditions plus favorables. Le propriétaire, cela va sans dire, ne peut davantage augmenter indirectement le fermage de ses domaines en mettant l'impôt foncier à la charge du locataire. Si le contrat impose spécialement cette obligation au preneur, celui-ci déduira la contribution du montant du fermage qu'il eût payé tout entier au propriétaire sans cette clause. Le prix de location d'un domaine rural est-il, par exemple, de 100 fr. l'hectare, et la contribution s'élève-t-elle à 10 fr., le locataire ne donnera au bailleur que 90 fr. si l'impôt est mis à sa charge. Il paiera, au contraire, 100 francs lorsque le propriétaire ne lui imposera pas cette obligation.

Dans l'une et l'autre hypothèse l'impôt pèse sur le propriétaire et sur lui seul. Il nous paraît également démontré : 1° que toute augmentation de la contribution foncière aurait pour effet de réduire les revenus des propriétaires sans intéresser les locataires ; 2° que toute réduction aurait pour conséquence d'augmenter les mêmes revenus sans profiter aux fermiers.

Ces circonstances ne pourraient, en effet, exercer aucune action sur le nombre des fermes à louer, ou sur le nombre des fermiers.

Les prix courants de location ne seraient donc pas changés, et la situation des propriétaires subirait seule une modification. Sans doute, on peut nous objecter que pendant la durée d'un bail imposant au preneur l'obligation de payer l'impôt, toute réduction de ce dernier profiterait au locataire. Cela est vrai, mais l'hypothèse que nous indiquons est évidemment assez rare et l'avantage qu'elle suppose de courte durée.

En résumé, nous croyons qu'on peut considérer la contribution foncière comme une charge de la propriété foncière dont les entrepreneurs de culture ne supportent pas le poids. C'était là, d'ailleurs, l'opinion d'un homme qu'on ne peut considérer comme un théoricien. Mathieu de Dombasle disait à ce propos[1]: « La contribution foncière est une charge de la propriété et non de l'exploitation: en conséquence, l'augmentation ou la diminution de cet impôt ne peut, en aucune façon, aggraver ou améliorer le sort de l'*agriculture.* »

Que faut-il penser, maintenant, de la situation des petits propriétaires cultivateurs si nombreux dans notre pays? Comme agriculteurs, l'impôt foncier peut, il est vrai, ne pas les frapper, mais comme propriétaires ils en supportent la charge. Cela nous paraît incontestable. Ils sont donc, à ce titre, intéressés comme tous les possesseurs du sol aux dégrèvements qui leur sont parfois promis.

Avant d'examiner la légitimité de ces dégrèvements, nous avons à exposer une théorie financière trop connue et trop importante pour la passer ici sous silence.

§ 3

Nous nous sommes demandé plus haut si l'impôt foncier pesait sur les consommateurs ou sur les locataires.

Le problème, à notre avis, doit être résolu par la négative; mais on peut se demander encore si, en définitive, la contribution foncière n'est pas uniquement une charge de la *propriété*, une rente perpétuelle, établie au profit de la collectivité et prélevée sur le produit net des biens-fonds, sans atteindre ou diminuer le revenu des *propriétaires.*

« Non seulement, a-t-on dit, l'impôt foncier n'est pas une charge

1. *Annales de Roville*, t. VI, p. 301.

de la *production*, mais, en général, il n'est pas une charge pour le propriétaire. Ce dernier, quand il a fait l'acquisition d'un domaine, s'est informé du montant de la contribution foncière, il l'a déduit avec soin du revenu brut des terres ou de leur valeur locative, il l'a considéré comme une rente perpétuelle et non rachetable dont serait grevée la propriété, et il n'a donné de cette dernière qu'un prix en rapport avec les charges qui en diminuaient le revenu disponible. A valeur locative égale, on paye plus cher une propriété dont l'impôt foncier est faible, et meilleur marché un domaine grevé d'une contribution plus forte. Dans tous les cas, on capitalise l'impôt et on déduit toujours ce capital de la somme que l'on consentirait à donner pour l'achat d'un bien-fonds qui ne serait grevé d'aucune taxe.

« Celle-ci ne pèse donc jamais sur le détenteur qui a fait l'acquisition d'une terre après l'établissement de l'impôt foncier; elle grève la propriété dont elle réduit la valeur absolument comme une rente foncière, une servitude ou une charge perpétuelle.

« Si la contribution foncière n'atteint pas le propriétaire, celui-ci ne peut donc en rejeter le poids ni sur le fermier, ni sur le consommateur. »

Cette théorie est très ingénieuse et très séduisante. Nous la croyons juste en partie, mais en partie seulement; en d'autres termes, elle renferme une part d'erreur et une part de vérité. Examinons avec soin, tout d'abord, les objections qu'elle soulève.

M. Leroy-Beaulieu a signalé celles qui nous paraissent les plus fortes. « Si, dit-il, l'impôt foncier était resté fixe pendant des siècles sans être accru par aucune charge additionnelle, si aucune mesure législative n'avait entretenu chez le contribuable l'espérance d'un dégrèvement ou la crainte d'une surcharge, cette théorie serait fort exacte. Mais, il n'en est pas ainsi dans la plupart des pays et notamment dans le nôtre. L'impôt foncier, sous la forme actuelle, est récent en France, puisque le cadastre fut fait de 1807 à 1850. Le législateur s'était proposé une répartition équitable et voulait que l'impôt fût proportionnel au revenu net. Les centimes additionnels, qui viennent se greffer sur le principal de l'impôt foncier, enlèvent à cette taxe le caractère de fixité.

Les nombreux dégrèvements qui ont eu lieu, les incessantes propositions législatives pour la péréquation de l'impôt ont donné de

l'espoir aux proprétaires les plus chargés et des craintes aux propriétaires qui le sont le moins. Il en résulte que les acheteurs et les copartageants ont dû et ont pu entretenir l'idée d'une revision, non pas comme d'un fait certain, mais d'une éventualité possible. Il n'est point d'homme prudent achetant d'anciennes garigues aujourd'hui plantées en vignes, qui ne se dise qu'un jour, l'impôt foncier dérisoire qu'elles paient actuellement, peut être augmenté dans des proportions considérables par une revision cadastrale. Quand on achète une propriété faiblement imposée, c'est donc avec une certaine crainte, quand on en achète une qui l'est lourdement, c'est avec un certain espoir de dégrèvement.

« D'ailleurs bien des propriétés n'ont pas changé de mains, ni surtout de famille, depuis le cadastre : les propriétaires actuels, qui sont les mêmes que les propriétaires primitifs ou qui les continuent directement sans avoir acheté les terres, peuvent légitimement faire valoir des droits à une décharge, de même qu'ils peuvent être tenus légitimement de supporter une surcharge[1]. »

Il est incontestable, en effet, que l'impôt n'a pas eu autrefois, ou n'a pas aujourd'hui un caractère de fixité. *Sous sa forme actuelle*, comme le dit avec raison M. Leroy-Beaulieu, il est d'origine récente. Il ne faudrait pas croire, cependant, qu'avant la confection du cadastre (1807) la terre fût exempte de contribution foncière, ou que cette taxe fût plus faible qu'elle ne l'a été plus tard. C'est le contraire qui est vrai, au moins en ce qui concerne le *principal* de l'impôt, c'est-à-dire la part acquittée au profit de l'État. Sous l'ancien régime, la Taille et les vingtièmes représentaient des charges immobilières énormes dépassant de beaucoup celles qui furent établies en 1791 par l'Assemblée constituante à titre de contribution foncière. Nos recherches personnelles[2] nous ont apporté la conviction que la Taille seule représentait le *tiers* et parfois la moitié du revenu net des biens-fonds ruraux soumis à cet impôt. « On estimait, dit M. Léon Say, que s'il n'eût pas existé de privilèges en faveur de la noblesse et du clergé, la portion des anciens impôts affectant la propriété immobilière se serait élevée, au moment où fut créée la contribution foncière, à 314 millions de francs. C'est le comité de l'As-

1. *Traité de la science des finances*, par M. Paul Leroy-Beaulieu, t. I, p. 319.
2. Voir notre mémoire sur les variations du revenu et du prix des terres en France. *Annales agronomiques*, 1887 et 1888.

semblée nationale chargé de préparer la loi sur la contribution foncière qui faisait cette estimation[1]. »

Voici, d'autre part, le total du contingent relatif à la contribution foncière depuis son établissement jusqu'à la veille de la confection du cadastre. Les chiffres suivants se rapportent aux propriétés non bâties et bâties tout à la fois :

Principal de l'impôt foncier (propriétés bâties et non bâties).

1791	240	millions	de francs.
1797	218	—	—
1798	207	—	—
1799	189	—	—
1802	183	—	—
1804	174	—	—
1805	172	—	—

En 1851, c'est-à-dire à une époque où la valeur aussi bien que le nombre des propriétés bâties s'étaient notablement accrus depuis 1805, le revenu de ces dernières ne représentait pas plus du *quart* des revenus fonciers en général. En appliquant cette proportion au total du principal de l'impôt foncier vers 1805, on voit que la charge spéciale des terres s'élevait à 129 millions, chiffre notablement supérieur à celui qui figure aujourd'hui dans notre budget pour la propriété non bâtie (103 millions de francs). Il est donc certain qu'avant même la confection du cadastre, les propriétés rurales supportaient une contribution foncière *dont les acheteurs ont dû tenir compte*. Ceux-là mêmes qui firent l'acquisition d'un domaine avant 1789, ne pouvaient avoir négligé dans l'évaluation du prix d'achat les charges énormes de la Taille. A toutes les périodes de notre histoire, depuis plus d'un siècle, les impôts fonciers, quel qu'en fût le nom, ont pu être considérés par les acheteurs successifs comme une rente perpétuelle grevant les revenus de l'immeuble dont ils se transmettaient la propriété. La théorie à laquelle nous faisons allusion plus haut peut donc être considérée comme exacte en ce qui concerne spécialement le principal de l'impôt, et il est, de plus, indispensable de remarquer que ce principal était beaucoup plus élevé autrefois qu'il ne l'est aujourd'hui. Sans doute, chaque acheteur n'a pas fait avec une exactitude rigoureuse le calcul de l'impôt foncier pour arriver à

1. Exposé des motifs d'un projet de loi relatif à une nouvelle répartition de la contribution foncière. *Journal officiel* du 16 avril 1876.

déterminer à la fois le revenu net d'une terre et la valeur vénale correspondante ; mais il a pu le faire, et en outre, cette charge est entrée en ligne de compte pour l'établissement de ce prix courant des domaines ruraux que le public détermine à la suite de mille transactions et de comparaisons incessantes avec le taux d'intérêt des placements analogues offerts aux capitalistes, dans une région et à une époque déterminées. Il n'est pas admissible que des hommes de bon sens aient consenti à placer leur fortune en terres dont les revenus étaient frappés d'une contribution de 15 p. 100 au minimum, alors que les fonds d'État, par exemple, représentaient, de 1820 à 1830, un placement singulièrement plus lucratif sans être moins sûr. Ce n'est pas au nom d'une théorie abstraite, ou à la suite d'un raisonnement subtil que les acheteurs sont tombés d'accord avec les vendeurs pour tenir compte des charges fiscales de la terre lors des transactions dont celle-ci a été incessamment l'objet. C'est comme toujours la libre concurrence des capitalistes qui a déterminé le prix des terres en faisant intervenir dans ce calcul la considération de l'impôt. Pour être toute spontanée et en quelque sorte sous-entendue, cette considération n'est pas moins intervenue efficacement. Graduellement, et invinciblement, les inégalités de la répartition si vicieuse de la contribution foncière ont été *atténuées;* le principal en a été amorti *partiellement* sans que nous puissions, cela va sans dire, déterminer avec précision la fraction de l'impôt qui a cessé d'être une charge des *propriétaires* pour devenir une charge réelle de la *propriété.*

Nous croyons donc fermement que la théorie de l'incidence exposée plus haut, est en grande partie exacte, mais, nous disons simplement, *en partie* exacte. Notre raisonnement ne s'applique, en effet, qu'au *principal* de l'impôt parce que cette portion de la contribution est restée *fixe* ou même a diminué. L'objection signalée avec tant de raison par M. Leroy-Beaulieu ne saurait s'appliquer à cette taxe qui n'a pas augmenté :

Il en est tout autrement de la partie variable de l'impôt, c'est-à-dire des centimes additionnels. Oui, ceux-ci se sont accrus depuis trente ou quarante ans avec une étrange rapidité. En 1851, par exemple, les centimes locaux représentaient 96 millions pour

1. Voir à ce propos l'Enquête de 1851 sur les revenus de la propriété foncière. Rapport de M. Vandal.

l'ensemble de la contribution foncière dont le principal s'élevait à 164 millions. En 1879, ce dernier chiffre n'avait augmenté que de 13 millions et seulement à cause de l'accroissement du nombre des propriétés bâties, mais, en revanche, les centimes s'étaient accrus de 79 millions ou de 82 p. 100. Il est donc certain qu'un propriétaire ayant acheté en 1851 aurait vu augmenter ses charges de 82 p. 100. Cette imposition additionnelle retombe en entier sur le propriétaire.

Il est clair, en effet, que dans ce cas aucune déduction n'a pu être faite au moment de l'acquisition. L'objection signalée par M. Leroy-Beaulieu est alors très fortement motivée et la théorie qu'il combat ne saurait être appliquée. On ne peut manquer aussi de convenir que si l'on achète une propriété faiblement imposée, il y a lieu de redouter un accroissement d'impôt. Quand on fait, au contraire, l'acquisition d'une terre lourdement frappée, c'est avec un certain espoir de dégrèvement.

Sans doute, nous devons admettre également que beaucoup de propriétés n'ont pas changé de famille et que les propriétaires actuels, héritiers des propriétaires primitifs, peuvent légitimement être tenus de supporter une surcharge, de même qu'ils ont le droit de demander une décharge. Les inégalités primitives ou nouvelles de la répartition de l'impôt foncier ont été simplement *atténuées* par le jeu des transactions successives à l'occasion desquelles on a tenu compte des charges fiscales. Ce serait faire une bien étrange et abusive application de la théorie de l'incidence que de s'appuyer sur elle pour maintenir le *statu quo* et s'opposer à la péréquation de l'impôt. Il est incontestable que l'on doit proportionner les charges aux revenus et nous ne pensons même pas que ce principe puisse être contesté. Si demain il est nécessaire d'augmenter la contribution de certaines terres trop ménagées jusqu'à présent par rapport aux autres, nous ne doutons pas que cette surcharge ne soit aussi légitime que le dégrèvement accordé, au contraire, aux propriétés surtaxées. Certaines personnes, dira-t-on, se verront alors privées d'un revenu sur lequel elles comptaient, tandis que d'autres jouiront d'une faveur qu'elles n'avaient pas prévue. Cela est possible; tout changement, et même toute amélioration peut provoquer une sorte de trouble dans les situations acquises.

Le jour où l'on a soumis à l'impôt foncier les biens de la

noblesse qui en étaient exempts jusque-là, cette mesure a certainement réduit des revenus que leurs possesseurs avaient acquis à un prix d'autant plus élevé que l'impôt n'en diminuait pas le montant. N'a-t-on pas été, cependant, en droit de modifier une situation particulière au nom des intérêts généraux? La théorie de l'incidence et les conséquences qui en sont logiquement déduites, ne font donc nul obstacle à une répartition de l'impôt foncier, plus exactement proportionnelle aux revenus qu'il s'agit de frapper.

Avant de terminer ce chapitre exclusivement consacré jusqu'ici à l'incidence de l'impôt foncier, sur les terres, il nous faut étudier la répercussion de la contribution relative aux propriétés bâties et aux portes et fenêtres.

On peut dire, assurément, que pour la propriété urbaine l'incidence de ces deux taxes est souvent différente de celle qui se rapporte à l'impôt sur les terres. Dans les agglomérations où la population s'accroît avec quelque rapidité, le besoin de logements ou de locaux industriels, tend à élever le prix des loyers, de telle sorte que l'on peut considérer la contribution foncière et des portes et fenêtres, comme pesant en grande partie sur les locataires.

Il nous semble que, pour la propriété rurale, cette incidence particulière est moins vraisemblable. Nous pensons donc que l'on peut considérer simplement ces deux contributions comme s'ajoutant à l'impôt foncier sur les terres.

Conclusion. — Que ressort-il, en définitive, de la longue discussion à laquelle nous venons de nous livrer au sujet de l'incidence de la contribution foncière? Un premier point nous semble tout d'abord acquis.

L'impôt foncier ne peut pas être rejeté sur les consommateurs; il n'a pas pour effet d'élever le prix des produits agricoles.

Cette taxe n'est pas davantage une charge de la culture; ni les locataires des propriétés rurales, ni, à plus forte raison, les salariés agricoles n'en supportent le poids. Comme l'a dit avec raison Mathieu de Dombasle, l'impôt foncier est une charge de la propriété et non de l'exploitation. L'augmentation ou la diminution de cet impôt ne peut en aucune façon aggraver ou améliorer le sort de l'agriculture. Ce n'est donc pas au nom de l'industrie

ou de la population agricole, qu'on peut réclamer soit une diminution, soit la suppression de l'impôt territorial.

Enfin, il est permis de se demander si cette contribution n'est pas, la plupart du temps, une charge de la propriété dont tout acheteur a tenu compte au moment de son acquisition et dont le montant capitalisé a été ainsi déduit de la valeur brute de l'immeuble. Dans ce système, l'impôt foncier ne pèserait même pas sur les propriétaires. Très ingénieuse mais trop absolue cette thèse renferme une part de vérité et une part d'erreur. Il nous paraît certain que la plupart du temps on a, en effet, tenu compte du *principal* de l'impôt resté fixe ou même réduit depuis un siècle. Au contraire, les centimes additionnels, sans cesse grossis depuis quarante ou cinquante ans, constituent bien une imposition variable que l'on ne pouvait prévoir et qui pèse réellement sur les propriétaires actuels. Il y a donc une partie, mais une partie seulement de la contribution foncière qui se trouve en réalité « amortie ». Cette circonstance ne fait pas, d'ailleurs, obstacle à une péréquation sérieuse de l'impôt. La réforme qui aurait pour conséquences de proportionner exactement les charges fiscales aux revenus des terres, pourrait avoir des inconvénients et froisser certains intérêts privés. On ne saurait douter, cependant, de la légitimité d'une pareille mesure. Elle est indispensable pour prévenir ultérieurement de nouvelles inégalités de répartition, et respecter le principe général de la proportionnalité de l'impôt aux revenus.

On sait qu'une réforme récente a eu pour objet de transformer l'impôt sur les propriétés bâties en une taxe de quotité. Une enquête préalable avait déterminé les revenus imposables dans la France entière. Il est certain qu'une opération administrative analogue pourrait servir à évaluer les loyers agricoles. En conservant à l'impôt sur les terres le caractère de taxe de répartition, ou en le transformant de la même façon que la contribution sur les bâtiments ou habitations, on obtiendrait rapidement et à peu de frais (l'expérience nous le prouve) une péréquation satisfaisante. Ce nivellement général serait d'autant plus désirable que les vices actuels de la répartition sont aujourd'hui plus choquants et qu'ils servent à appuyer des demandes incessantes de dégrèvement en donnant à celles-ci toutes les apparences d'une réparation nécessaire. Mieux assise et plus équitablement répartie, la contribution foncière agricole ne paraîtrait plus aussi lourde

qu'elle semble l'être devenue quand on examine des cas particuliers et des exemples, d'ailleurs fort nombreux.

Avant de conclure et de nous prononcer d'une façon définitive sur le poids des charges fiscales de la propriété rurale, il nous reste à montrer comment elles ont varié, et à les comparer aux sacrifices que le législateur impose aux autres catégories de revenus.

IV

LES VARIATIONS DES CHARGES FISCALES DE LA PROPRIÉTÉ RURALE DEPUIS UN SIÈCLE.

Parmi les charges de la propriété rurale, il en est une, évidemment, que nous devons surtout étudier avec soin parce qu'elle est de beaucoup la plus considérable. Il s'agit de l'impôt foncier. Celui-ci a pu, d'autre part, varier de deux façons. Son poids, en effet, augmente ou diminue soit d'une manière absolue, soit d'une façon relative. En d'autres termes, le chiffre total de la contribution s'est élevé ou abaissé depuis un siècle; d'un autre côté, les revenus sur lesquels l'impôt est prélevé ont eux-mêmes varié, de telle sorte que la fraction représentée par cette taxe a pu augmenter ou décroître.

Il n'est pas inutile de rappeler en premier lieu que le principal de l'impôt a beaucoup diminué depuis la chute de l'ancien régime. Nous avons cité, à ce propos, l'estimation du comité de la Constituante relativement aux charges que supportait la propriété immobilière avant 1789. D'après lui, le total des impôts se serait élevé à 314 millions de francs vers 1789, s'il n'eût pas existé de privilèges en faveur de la noblesse et du clergé.

Voici maintenant quelles ont été les variations du principal de la contribution foncière. Pour en pouvoir noter le poids relatif, nous indiquons en même temps les chiffres qui se rapportent aux revenus fonciers (propriétés bâties *et* non bâties).

Années.	Revenus fonciers nets.	Principal de l'impôt.	Rapport du principal au revenu net.
—	—	—	—
	millions de francs.	millions de francs.	p. 100.
1791	1.440	240	16.66
1821	1.580	155	9.79
1851	2.540	155	6.06
1862	3.096	159	5.15
1874	3.959	168	4.24

Sans doute, ainsi que nous l'avons déjà dit, ces chiffres se rapportent aux deux catégories de propriétés. Les contingents relatifs aux terres et aux constructions n'ont été séparés qu'en 1882. On peut admettre, cependant, sans chance d'erreur, que la décroissance du taux d'imposition a été tout aussi marquée pour les propriétés non bâties que pour les constructions. Il est, en tous cas, un fait bien visible et bien frappant : nous voulons parler de la diminution *absolue* de la contribution foncière. On peut dire, il est vrai, que les dégrèvements opérés depuis 1791 jusqu'à 1821 proviennent de la nécessité reconnue d'alléger des charges notoirement exagérées. Ce n'est pas là, à coup sûr, une vérité démontrée mais bien une opinion particulière. Il n'en est pas moins vrai que depuis 1821 jusqu'à 1874, le principal de l'impôt n'a augmenté que d'une façon insignifiante. Encore serait-il juste de dire que cette augmentation doit être attribuée uniquement à l'accroissement du nombre des habitations et de leur valeur locative.

Examinons, maintenant, les charges spéciales à la propriété non bâtie. Il est possible de les calculer depuis 1851 en nous appuyant à la fois sur les chiffres du budget et sur les résultats des enquêtes officielles relatives aux revenus de cette nature.

Ce ne sont pas seulement les variations du principal que nous indiquerons. Le montant des centimes additionnels figurera dans une colonne spéciale. Pour tenir compte de la baisse des loyers agricoles depuis 1879, nous supposerons que ceux-ci ont diminué de 25 p. 100, chiffre trop élevé sans doute, mais que nous adoptons néanmoins pour ne pas atténuer les charges relatives de la propriété agricole.

Propriétés non bâties.

Années.	Revenus fonciers.	Principal de l'impôt.	Centimes additionnels.	Total de l'impôt.	Rapport du total de l'impôt au revenu.
—	—	—	—	—	—
	millions de fr.	millions de fr.	millions de fr.	millions de fr.	p. 100.
1851 . . .	1.905	121	71	192	10.0
1879 . . .	2.645	118	116	234	8.8
1894 . . .	1.984	103	141	244	12.2

Ce tableau est singulièrement instructif. La première colonne, qui a pour titre : *Revenus fonciers*, nous montre les variations des loyers agricoles. Ceux-ci s'étaient accrus avec une extrême rapidité depuis 1851 jusqu'à 1879. Ils retombent en 1894 au même niveau

qu'en 1851. C'est là, du moins, ce qui paraît résulter de l'évaluation que nous avons faite en supposant que la valeur locative des terres s'était abaissée de 25 p. 100 depuis 1879.

Il est bien curieux de constater que le principal de l'impôt foncier a diminué de 18 millions dans l'espace de quarante-trois ans. Il s'élevait à 121 millions en 1851 et tombe à 103 millions en 1894.

En revanche, les centimes additionnels passent de 71 à 141 millions dans le même intervalle. Il résulte de cette augmentation que le total de ces contributions s'est accru en définitive de 52 millions ou de 27 p. 100. Mais, il faut bien noter que cette aggravation de charges est uniquement dû à l'accroissement du nombre des centimes locaux. Il y aurait donc lieu de se demander à ce propos si les assemblées locales et, en particulier, les conseils municipaux ne pourraient pas réduire les charges de la propriété rurale en diminuant le nombre des centimes qu'ils ont votés jusqu'ici avec beaucoup de libéralité. On ne doit pas oublier non plus que le produit de ces surtaxes départementales ou communales est employé à des œuvres d'intérêt général dont les propriétaires profitent dans une très large mesure. Au lieu de voir dans l'impôt une sorte de fléau que l'on repousse, il est juste de reconnaître son utilité lorsqu'il devient bienfaisant. N'est-ce pas le cas précisément pour beaucoup de dépenses communales que les centimes additionnels sont chargés de couvrir? M. Leroy-Beaulieu dit avec raison[1] à ce propos :

Les propriétaires fonciers doivent considérer qu'une forte partie des centimes additionnels à l'impôt foncier sont destinés à des dépenses de travaux publics, ou à l'intérêt et à l'amortissement d'emprunts contractés pour des travaux publics qui leur sont immédiatement et directement profitables.

Au lieu de regarder cette partie des centimes additionnels comme un impôt, il faut la considérer comme une sorte de contribution à un syndicat local de propriétaires, formé pour le développement des travaux de viabilité dans la commune ou dans le district. Les propriétaires fonciers, enfin, doivent faire entrer en ligne de compte cette dernière observation qu'une partie des centimes additionnels sert à l'amortissement dans un délai assez bref, quinze, vingt, trente ans d'emprunts contractés pour les travaux publics locaux, que, par conséquent, le chiffre actuel d'impôt qu'ils acquittent contient le remboursement de créance, et qu'au bout d'une période

1. *Traité de la science des finances*, t. I, p. 333.

assez brève, ce chiffre d'impôts pourra être réduit ou bien, s'il est maintenu, pourra faire face à de nouveaux emprunts destinés à de nouveaux travaux.

Ces observations sont d'une parfaite justesse ; on ne peut manquer de le reconnaître en réfléchissant. Toutefois, ce que les propriétaires remarqueront avec le plus de soin, c'est que le poids relatif de la contribution a augmenté depuis 1851. Le rapport du *Total* de l'impôt au revenu a passé, en effet, de 10 p. 100 (1851), puis de 8 p. 100 (1879), à 12 p. 100 (1894). Tel est le phénomène économique important que nous devions signaler sans dissimuler en aucune façon son intérêt et sa gravité. Insistons immédiatement sur le caractère spécial de cette augmentation du poids relatif de la contribution foncière envisagée dans son ensemble.

Ce sont les centimes locaux qui ont grossi le chiffre de l'impôt; le principal a diminué d'une façon absolue et relative. En voici la preuve:

Années.	Principal de l'impôt.	Rapport du principal au revenu net.	Valeur des centimes.	Rapport des centimes additionnels au revenu net.
—	—	—	—	—
	millions de francs.	p. 100.	millions de francs.	p. 100.
1851	121	6.3	71	3.7
1879	118	4.4	116	4.3
1894	103	5.1	141	7.1

Ainsi, depuis 1851 jusqu'à 1894, le principal de l'impôt a passé de **121** à **103** millions, et a représenté **6.3** p. 100, puis seulement **5.1** p. 100 des revenus. La décroissance est manifeste.

Au contraire, la valeur des centimes additionnels s'élève de **71** à **141** millions et leur rapport aux revenus passe de **3.7** p. 100 à **7.1** p. 100! Malgré l'augmentation générale des impôts qui frappent les différentes sources des revenus, l'*Etat* ne demande pas à l'impôt foncier des ressources plus considérables qu'il y a quarante-trois ans. Nous ne comprenons donc pas qu'on puisse songer à un nouveau dégrèvement, et surtout à une mesure plus radicale comme la suppression du principal. Puisque ce sont les centimes additionnels qui ont aggravé les charges relatives de la propriété foncière agricole, il appartient aux Municipalités et aux Conseils généraux de les réduire. Cette réforme est-elle donc im-

1. Après le grand dégrèvement opéré à cette époque.

possible? Pourquoi voudrait-on imposer au budget de l'Etat un sacrifice que les budgets communaux et départementaux ne peuvent supporter?

Si demain on supprime d'un trait de plume une recette de 103 millions dans le chiffre des recettes de notre budget national, n'est-il pas évident qu'il faudra combler ce déficit par la création d'un impôt nouveau. Celui-ci pèsera-t-il sur les propriétaires? La suppression de la contribution foncière ne saurait alors leur être profitable. Pèsera-t-il, au contraire, sur les autres contribuables? De quel droit imposer à ces derniers un sacrifice destiné à alléger les charges d'une classe particulière de revenus singulièrement ménagée par le fisc depuis un siècle, puisque la contribution foncière a toujours diminué d'une façon relative et absolue.

Avant de conclure, il convient, toutefois, de nous demander si la propriété foncière rurale n'est pas plus fortement grevée que ne le sont les autres sources de revenus.

C'est ce que nous allons examiner dans le chapitre suivant.

V

COMPARAISON AVEC LES CHARGES FISCALES IMPOSÉES AUX AUTRES SOURCES DE REVENU

§ 1er

Il est tout naturel de comparer les charges de la propriété bâtie à celles de la propriété rurale. Les mêmes observations nous conduiraient à admettre que deux impôts grèvent seulement les revenus des maisons, châteaux et usines qui ne sont pas annexées à des exploitations rurales.

Or, en tenant compte des chiffres que nous avons indiqués plus haut à propos des constructions rurales et en opérant les réductions convenables, nous trouvons qu'en 1893, la propriété bâtie supportait les charges suivantes :

Contribution foncière.

Principal.	56 millions de francs.
Centimes additionnels	66 — —
TOTAL	122 millions de francs.



Contribution des portes et fenêtres.

Principal	35 millions de francs.
Centimes additionnels	36 — —
Total	71 millions de francs.

En résumé, le total des impôts réels se trouve porté à 193 millions de francs.

Pour calculer, maintenant, le revenu net imposable sur lequel ces contributions sont prélevées, il convient de déduire du chiffre indiqué par l'enquête officielle de 1887, la somme de 350 millions représentant la part afférente à la propriété rurale. Il reste, ainsi, 1,740 millions de francs, montant approximatif, mais fort vraisemblable, du revenu net imposable de la propriété bâtie en France. Les charges fiscales correspondantes s'élevant à 193 millions en chiffres ronds, représentent 11 p. 100 de cette somme.

Des calculs analogues nous ont conduit à adopter la proportion de 12 p. 100 en ce qui concerne les héritages ruraux. La différence que nous constatons est donc très faible. Elle serait encore moins sensible si nous avions compté parmi les charges de la propriété bâtie la part d'impôt foncier grevant le sol sur lequel reposent les constructions. Cette surface est cotisée sur le pied des meilleures terres labourables de la commune. Les propriétaires acquittent donc, en réalité, deux sortes de contribution foncière, l'une qui est relative au terrain occupé, et l'autre à la construction même.

Malheureusement, les statistiques officielles rangent dans la catégorie des propriétés non bâties le sol des constructions de toute nature et la division est très difficile à faire entre les deux groupes.

Il est, cependant, bien visible que ces circonstances tendent à nous faire grossir les charges de la propriété rurale et à atténuer, au contraire, celle de la propriété bâtie. Nous pourrions également remarquer qu'en fait, une foule de jardins, parcs et enclos [1] sont annexés aux maisons. La contribution foncière qui les frappe vient évidemment grossir celle qui grève les revenus de la propriété bâtie dans les villes ou les villages. En supposant que

1. Il faut noter que ces surfaces sont cotisées sur le pied des meilleurs terrains labourables dans la commune.

cet impôt foncier était acquitté par les propriétaires des héritages ruraux nous avons donc exagéré les charges de ces derniers.

En résumé, nous pensons qu'il n'existe pas de différence sensible entre le taux d'imposition des propriétés rurales et des propriétés bâties en général.

Examinons, maintenant, la question de la taxation du revenu des valeurs mobilières si injustement ménagées par l'impôt, à ce que l'on assure.

§ 2

Tout le monde sait que, depuis 1872, il a été établi une taxe annuelle et obligatoire : 1° Sur les intérêts, dividendes, revenus et tous autres produits des actions de toute nature des Sociétés, Compagnies ou entreprises quelconques, financières, industrielles, commerciales ou civiles, quelle que soit l'époque de leur création;

2° Sur les arrérages et intérêts annuels des emprunts et obligations des départements, communes et établissements publics, ainsi que des Sociétés, Compagnies et entreprises ci-dessus désignées (art. 1er, loi du 29 juin 1872).

Cette taxe sur le revenu des valeurs mobilières est aujourd'hui portée à 4 p. 100. Les rentes de l'Etat français en sont seules exemptes. Ce que l'on paraît ignorer généralement, c'est que d'autres impôts viennent s'ajouter à la taxe sur le revenu et réduisent, dans une proportion très notable, le montant des intérêts ou dividendes. Il faut citer :

1° L'*Impôt du timbre*. (Lois du 5 juin 1850, 23 août 1871 et 30 mars 1872.)

La loi du 5 août 1850 remplace l'ancien droit d'enregistrement par un droit de timbre proportionnel, dont les compagnies ou autres personnes sont débitrices envers l'Etat. Il est possible de s'affranchir de cet impôt au moyen d'un abonnement. Ce droit d'abonnement est aujourd'hui de 0 fr. 06, décimes compris, par 100 francs de *capital nominal*.

2° L'*Impôt de transmission*. (Lois du 23 juin 1857, 10 septembre 1871, 30 mars 1872, 29 juin 1872.)

Pour les titres nominatifs, le droit est de 0 fr. 50 pour 100 francs de la valeur négociée, *lors de chaque transmission*.

Pour les titres au porteur, la taxe est de 0 fr. 20 par 100 francs du capital des actions ou obligations, évalué par leur cours



moyen pendant l'année précédente, et, à défaut de cours dans cette année, conformément aux règles établies par les lois sur l'enregistrement.

Il faut noter avec grand soin que la réduction du taux de l'intérêt, si remarquable en France depuis quelques années, a eu pour conséquence l'augmentation rapide de la valeur des titres. Telle action ou obligation a augmenté de 100, 150 ou 200 francs par titre depuis dix ans. Cette marche ascensionnelle est très nettement marquée pour nos actions et nos obligations de chemin de fer, par exemple. Il résulte de ce fait que le droit de transmission a été de plus en plus considérable, puisqu'il a été assis sur un capital de plus en plus élevé.

Essayons, maintenant, de déterminer le rapport du total des impôts au revenu, pour les valeurs mobilières nominatives ou au porteur.

Un intérêt de 100 francs, correspondant, par hypothèse, à un capital nominal de 2,000 francs, paiera, pour les titres nominatifs:

1° Droit de 0 fr. 06 sur 2.000 fr.	1 fr. 20
2° Taxe sur le revenu de 4 p. 100	4 » »
TOTAL	5 fr. 20

S'il s'agit de titres au porteur, les charges seront les suivantes:

1° Droit de timbre de 0 fr. 06 sur un capital nominal de 2.000 fr.	1 fr. 20
2° Droit de transmission de 0,20 c. sur un capital de 2.500 fr. au moins (le taux de l'intérêt n'atteint plus aujourd'hui 4 p. 100)	5 » »
3° Taxe sur le revenu.	4 » »
TOTAL.	10 fr. 20

Il résul e de ces calculs, dont tout le monde peut vérifier l'exactitude, que les valeurs mobilières, et notamment les titres au porteur, sont très sérieusement frappés par l'impôt.

On peut nous objecter, il est vrai, que le droit de transmission dû par les titres au porteur ne devrait pas figurer parmi les charges que nous comparons à celles de la propriété foncière. Cette objection est moins forte qu'elle ne paraît l'être tout d'abord. Le droit de transmission sur les titres au porteur est dû par tout détenteur, quelles que soient effectivement les mutations de propriété. Cette

charge est toujours déduite du revenu au moment du paiement des coupons, et on ne peut l'éviter qu'en transformant les titres au porteur en titres nominatifs. Elle constitue donc un impôt analogue à ceux que nous avons évalués pour la propriété foncière. Il s'agit bien de charges annuelles et régulières que les détenteurs doivent acquitter, tandis que les droits d'enregistrement relatifs aux héritages ruraux ont un caractère accidentel et irrégulier.

D'ailleurs, les impôts visibles et connus qui frappent le revenu des valeurs mobilières doivent être simplement ajoutés à une foule d'autres taxes directes ou indirectes, prélevés sur les bénéfices des entreprises industrielles ou commerciales.

On peut, au moyen d'un exemple, montrer aisément le caractère des taxes établies sur les dividendes ou les intérêts des titres mobiliers.

Supposons qu'un propriétaire fasse construire des maisons de rapport. Ses revenus sont atteints simplement par la contribution foncière et des portes et fenêtres.

Mais voici qu'une société se fonde, rachète les mêmes immeubles, et émet dans ce but des actions. Non seulement cette société paiera comme le propriétaire précédent, les deux contributions foncières et des portes et fenêtres, mais encore elle sera obligée de retenir sur le montant de ses dividendes toutes les taxes que l'État impose aux valeurs mobilières. Ces taxes *s'ajouteront* à celles que payait auparavant le propriétaire sans que les revenus se soient accrus. Il faut avouer que la taxe sur le revenu des valeurs mobilières n'est pas autre chose qu'un impôt de superposition. Le propriétaire primitif était singulièrement plus ménagé que ne le sont, ensuite, les actionnaires qui lui succèdent.

Cet exemple n'est pas du tout une exception. Toutes les grandes sociétés commerciales acquittent des droits de patentes et une contribution foncière pour le terrain qu'elles occupent, ou pour les constructions qu'elles possèdent. Ces impôts sont, tout d'abord, déduits de leurs bénéfices en même temps que les autres frais qui leur incombent, et enfin, les dividendes restant à partager ou les intérêts restant à servir sont encore frappés par l'État d'une taxe de 4 p. 100, d'un droit de timbre proportionnel, et d'un droit d'enregistrement! Les capitaux engagés dans l'industrie ou le commerce et représentés par des

actions ou des obligations, sont-ils donc ménagés par le fisc? Il faut, pour le soutenir, oublier ou négliger toutes les observations que nous venons de présenter.

« Mais, peut-on dire, si nous sommes forcés de convenir que les valeurs mobilières sont taxées assez fortement, on ne saurait, en tout cas, admettre que les rentes françaises soient atteintes par l'impôt. Voilà donc toute une catégorie de revenus dont les détenteurs sont étrangement ménagés. »

Il est certain que la rente française n'est pas soumise à l'impôt de 4 p. 100 sur le revenu comme les autres valeurs mobilières. Le fait est incontestable, mais il n'en résulte pas pour cela que les rentiers soient mieux traités que les autres capitalistes. Est-il un seul instant admissible que des hommes de bon sens consentent à acheter des valeurs mobilières frappées d'un impôt de 4 p. 100, sans compter les autres taxes, alors qu'ils peuvent placer leur fortune en rente sur l'État dont aucune contribution ne diminue le revenu? Poser la question, c'est la résoudre! Comment expliquer dès lors qu'il y ait encore des acheteurs d'actions ou d'obligations, et qu'à la Bourse on ne se borne pas à faire des opérations sur nos rentes? Nous pensons que ce mystère est fort aisé à éclaircir. En réalité, les personnes qui achètent des rentes les paient plus cher parce que leur revenu est exempt d'impôt, et les autres valeurs sont cotées à un prix moins élevé parce qu'il faut tenir compte des taxes dont elles sont grevées.

Au demeurant, le taux de placement en rentes est plus faible que le taux correspondant des valeurs mobilières très sûres également. Nous sommes, d'ailleurs, convaincu qu'aujourd'hui l'impôt de 4 p. 100 sur le revenu des valeurs mobilières ne pèse pas plus sur les détenteurs que le principal de l'impôt foncier ne grève les revenus du propriétaire. Il est au moins très probable, et très certain même dans la plupart des cas, qu'un impôt de 4 p. 100 sur les revenus a déterminé une baisse de 4 p. 100 sur le prix auquel se négocient les titres. En d'autres termes, une valeur qui serait cotée à la Bourse 500 francs, parce qu'elle rapporterait 15 francs sans impôt, n'est payée que 500 — 4 p. 100 = 480, pour un revenu de 15 — 4 p. 100 = 14.40. Dans les deux cas, cependant, le taux de placement est toujours de 3 p. 100. Or, il est indifférent pour un capitaliste d'acheter 14 fr. 40 c. de revenu au prix de 480 francs, ou de payer 500 francs pour un

revenu net de 15 francs. L'impôt qui réduit le montant des coupons ne pèse donc pas sur lui, et il est clair qu'en achetant de la rente sa situation ne serait pas meilleure.

Qu'arriverait-il si demain les porteurs de valeurs mobilières parvenaient à faire réduire ou supprimer l'impôt dont sont grevés les revenus de leurs titres? On verrait augmenter à la fois les intérêts ou dividendes qu'ils touchent et la valeur en bourse de leurs obligations ou actions.

Quel serait, au contraire, l'effet d'un impôt sur la rente? Cet impôt frapperait-il désormais les *rentiers?* Pas le moins du monde? Une taxe de 4 p. 100 sur les arrérages de nos rentes déterminerait immédiatement une baisse de 4 p. 100, *environ*, sur les cours actuels, mais désormais, les acheteurs payant moins cher une valeur qui rapporterait un revenu moins élevé ne supporteraient pas plus la taxe nouvelle qu'ils ne la subissent aujourd'hui pour les autres valeurs mobilières françaises. La perte totale serait entièrement supportée par les porteurs de rentes au moment de l'établissement d'un impôt nouveau.

Conclusion. — On voit avec quelle simplicité, et nous ajoutons volontiers, avec quelle clarté, la théorie exposée plus haut à propos de l'impôt foncier, explique la situation actuelle des rentiers.

Cet exemple nous montre également combien il est difficile de comparer la situation des personnes qui jouissent de revenus déterminés en étudiant seulement les taxes qui frappent ces revenus.

En toutes circonstances, l'incidence diverse des impôts déplace les charges effectives et déjoue les efforts du législateur. On sait aussi à quelles erreurs on se trouve exposé quand on ne tient pas compte de ces répercussions si curieuses.

Nous ne croyons pas que les propriétaires fonciers soient, en général, dans une situation plus fâcheuse que les rentiers ou les détenteurs de valeurs mobilières. La concurrence inévitable des capitalistes tend à rétablir un certain équilibre toutes les fois que celui-ci est rompu. Ce qui est incontestable, c'est que la propriété rurale subit depuis dix ans une crise très douloureuse qui en a diminué les revenus et la valeur. Il faudrait, pour être juste, comparer la situation des propriétaires ruraux non pas seulement

à celle des capitalistes prévoyants et habiles dont les placements ont toujours été avantageux, mais encore au sort des rentiers qui ont subi deux conversions successives. Il faudrait également tenir compte des mauvais placements.

N'existe-t-il pas, en effet, des valeurs mobilières dépréciées? Des désastres récents ne nous ont-ils pas montré les dangers que courent les porteurs de titres mobiliers? Ce sont là des considérations importantes que l'on néglige trop souvent quand il s'agit d'apprécier la situation des propriétaires fonciers.

On peut, d'ailleurs, comparer les charges fiscales que supporte la terre à celles qui pèsent sur l'ensemble des revenus particuliers dans notre pays.

Il y a quelques années, M. Leroy-Beaulieu disait à propos de ces impositions générales: « Sur 30 ou 32 milliards de francs qui constituent les revenus des Français, il faut prélever annuellement 3 milliards 300 millions environ, par l'impôt, pour l'État, les départements ou les communes, c'est une proportion de 11 p. 100[1]. »

Or, nous avons vu que les charges fiscales de la propriété agricole représentaient environ 12 p. 100 du revenu imposable. Cette proportion ne dépasse donc pas beaucoup celle qui se rapporte aux contributions prélevées sur les revenus des Français en général.

Ainsi, on peut admettre sans grande chance d'erreurs, que les propriétés rurales ne sont pas écrasées par l'impôt. Les loyers agricoles n'ont pas été, en somme, plus fortement grevés que les autres revenus considérés dans leur ensemble, malgré la sécurité du placement que représentent les héritages ruraux, malgré les avantages que confère la propriété foncière à ses détenteurs.

A notre avis, c'est donc moins le poids des charges fiscales que leur répartition dont il conviendrait de se plaindre.

Telle est la conclusion qui nous paraît résulter de l'étude à laquelle nous nous sommes livré dans la première partie de ce travail.

1. *Traité de la science des finances*, t. I, p. 132.

REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

Physiologie végétale.

Sur la respiration des bourgeons en voie de développement sur des rameaux coupés, par M. J. Borodin[1]. — L'auteur a étudié la respiration des rameaux coupés de différentes espèces, placés dans des conditions extérieures constantes, mais chargés de bourgeons à divers états de développement.

On avait coupé les rameaux au printemps à certaines dates espacées, et on les avait conservés à l'obscurité et à une température presque constante, dans des récipients appropriés, leur base plongeant dans l'eau. Dans ces récipients on faisait passer de l'air dépouillé d'acide carbonique, et on dosait par pesées l'acide carbonique émis. Chaque essai durait plusieurs jours et on fixait ensuite par le calcul la quantité d'acide carbonique émis en une heure.

On a constaté en premier lieu que l'intensité absolue de la respiration est d'autant plus grande que le développement des bourgeons était plus avancé au moment où on a coupé les rameaux. Ainsi, par exemple, il a fallu réunir les nombres suivants de bourgeons de tilleul pour obtenir en un même temps la même quantité d'acide carbonique : 128 bourgeons à l'état de repos, coupés le 7 avril ; 76 bourgeons déjà gonflés, coupés le 28 avril ; 38 bourgeons plus avancés, coupés le 2 mai ; 12 bourgeons éclos, coupés le 12 mai.

Ce que l'on savait des graines en germination pouvait laisser prévoir ce résultat.

Il était particulièrement intéressant de poursuivre la courbe de la respiration fournie ensuite par ces rameaux conservés à l'obscurité et qui n'avaient, par conséquent, à dépenser que les matières plastiques dont ils étaient primitivement chargés. Cette courbe varie selon le degré de développement des bourgeons. Lorsque le rameau a été détaché alors que les bourgeons étaient encore à l'état de repos et ne se sont développés que pendant l'expérience, la courbe de la respiration ressemble à celle que l'on obtient en général avec des graines en germination ; elle s'élève d'abord (à part quelques crochets au début) durant les premiers jours, atteint un maximum pour tomber ensuite peu à peu (Tilleul, Bouleau, Spirée, Aune).

Lorsqu'au contraire les rameaux ont été coupés plus tard, les bourgeons ayant déjà pris un certain développement, la courbe de la respiration, au lieu de s'élever, reste pendant quelque temps horizontale ou bien commence à s'abaisser dès le début, elle tombe dans tous les cas ensuite graduellement. Si le rameau a été coupé plus tard encore, la chute est tout de suite rapide, s'adoucit ensuite à mesure qu'on s'approche de l'axe des abscisses.

1. Arbeiten der Sanct-Petersb. Naturforscher Gesellsch., XXIII, 1893 (en russe), d'après un résumé de M. Rothert, in *Bot. Centralbl.*, LVIII, 374.

La courbe a donc la forme d'une parabole dont la courbure est d'autant plus forte que les bourgeons étaient plus avancés au moment de la récolte.

Voici comment il faut expliquer ces faits: Dans les rameaux coupés de bonne heure, les matières plastiques sont encore dans un état insoluble, impropre à l'entretien de la respiration; à mesure que ces matières prennent une forme plus appropriée à cette fonction, l'intensité de la respiration s'élève; elle s'abaisse de nouveau parce que les matériaux respiratoires, dans ces rameaux coupés, conservés à l'obscurité, ne tardent pas à manquer. Si les rameaux ont été coupés plus tard, les matières plastiques sont dès l'abord accessibles aux phénomènes de la respiration; ils s'épuisent peu à peu, de sorte que l'intensité de la respiration ne peut que tomber.

De la formation et de la décomposition des acides organiques chez les plantes supérieures, par M. K. Purjewicz[1]. — Nos lecteurs n'ont pas oublié la très intéressante question de l'acidification et de la désacidification périodiques qui ont été observées notamment chez les plantes grasses et chez celles qui possèdent des feuilles coriaces. Th. de Saussure déjà, puis beaucoup plus tard Ad. Mayer, de Vreis, Kraus, Warburg et Aubert ont le plus contribué à élucider le problème, et c'est surtout après le mémoire de Warburg, que l'acidification apparaît comme une sorte de « respiration incomplète », aboutissant la nuit, alors que l'oxygène est peu abondant dans la plante et que la faible quantité de ce gaz chemine difficilement dans les tissus charnus ou coriaces, à la formation d'acides organiques, notamment d'acide malique, lesquels acides se détruisent le jour par combustion, avec formation d'acide carbonique et d'eau. On peut prévoir facilement quelles complications peuvent en résulter dans l'échange des gaz entre la plante et le milieu ambiant.

Le présent travail a pour but de contrôler les résultats annoncés par les auteurs et de les compléter; il se partage en trois parties: 1° la décomposition des acides, 2° la formation des acides, 3° les échanges gazeux qui se rattachent à ces deux phénomènes.

L'acidité est exprimée en centimètres cubes d'une lessive de soude qui servait à neutraliser l'extrait aqueux et calculée pour 100 grammes de plantes fraîches. Les analyses de gaz ont été faites à l'aide de l'appareil de Bonnier et Mangin, perfectionné par Baranetzki.

1. — *Décomposition des acides.*

L'acidité actuelle d'une plante est le résultat du concours de deux processus contraires, la formation et la destruction des acides; elle varie périodiquement, selon que l'un ou l'autre de ces processus l'emporte, mais ces oscillations se produisent autour d'une certaine valeur moyenne assez constante pour chaque espèce et qui a été trouvée de 188 pour l'*Æonium canariense*, de 232 pour le *Sedum Sieboldi*, de 314 pour le *Sempervivum tectorum* et le *Sedum hybridum*, de 607 pour le *Pelargonium zonale*, enfin de 926 pour l'*Oxalis Acetosella*.

1. En russe, d'après un résumé de Rothert, in *Bot. Centralbl.*, LVIII, 368.

La décomposition des acides se produit : 1° sous l'influence de la lumière ; 2° sous celle d'une température plus élevée ; et 3° par un séjour prolongé à l'obscurité, même à la température ordinaire.

La décomposition à la lumière a été constatée chez 24 espèces, appartenant aux familles les plus diverses ; d'accord en cela avec les auteurs modernes, Purjewicz croit donc que ce phénomène est général. Warburg avait pensé que cet effet de la lumière n'était qu'indirect, en ce sens que de l'oxygène devenait libre dans la profondeur des tissus verts, mais les plantes étiolées et les parties privées de chlorophylle des plantes normales perdent également, ainsi que Kraus l'avait déjà vu, une partie de leur acide à la lumière ; il faut donc qu'il y ait là une action directe, indépendante de l'assimilation chlorophyllienne ; ainsi l'acidité des racines du haricot s'est abaissée à la lumière, pendant 5 heures, de 67 à 60, celle des plantules étiolées de blé, en 3 heures, de 238 à 230. Il est bien entendu que cela n'exclut nullement l'influence de la chlorophylle.

La disparition des acides doit être interprétée comme une oxydation totale ou partielle ; en effet, Warburg avait déjà démontré par l'expérience que la présence de l'oxygène la favorise. Si on compare ce qui se passe dans l'air ordinaire à ce qui a lieu dans l'hydrogène, on voit que l'acide disparaît beaucoup moins vite dans ce dernier gaz : ainsi, par exemple, au bout de quatre heures, les rameaux de l'*Oxalis* ont donné dans l'air pour l'acidité 813, dans l'hydrogène 882, alors que des rameaux témoins maintenus à l'obscurité, ont donné 903. M. Rothert fait remarquer à ce propos que des acides se forment à l'obscurité et que, par conséquent, le chiffre de 903 pourrait bien être trop élevé pour servir de témoin ; il ne serait même pas sûr que de l'acide eût disparu dans l'hydrogène. L'observation me paraît assez juste, mais il faut reconnaître qu'il n'y avait guère moyen de faire autrement ; peut-être l'auteur a-t-il compté sur la disparition de l'acide pendant un séjour « prolongé » à l'obscurité. Cependant ce séjour prolongé doit être au moins de 8 heures, ainsi que nous le verrons plus loin. Il y a là évidemment une affaire assez délicate, n'y insistons pas.

Non moins que la lumière, une température élevée à 35-40 degrés paraît très généralement favoriser la désacidification. Nous verrons plus loin la portée de ce fait au point de vue des échanges gazeux ; pour le moment, tenons-nous-en aux constatations concrètes, que nous devons, en grande partie, à Warburg et auxquelles l'auteur donne l'appui de son contrôle.

Des parties de tissus qui ont déjà perdu une certaine proportion d'acidité à une température élevée, continuent à se désacidifier si on les transporte à la lumière. A la lumière même la température élevée favorise la désacidification. La rapidité avec laquelle l'acide se détruit à l'obscurité et à une température élevée est d'abord très grande, puis, au bout de quelques heures, diminue peu à peu. Seul le Robinier s'est comporté différemment ; son acidité augmente durant les deux premières heures pour diminuer ensuite.

Si on fait passer les plantes de la lumière à l'obscurité et qu'on les y laisse pendant longtemps à la température de la chambre, il y a d'abord formation d'acides organiques, puis destruction des mêmes acides. L'époque du renversement du phénomène est variable d'une plante à l'autre, et correspond

à la huitième heure pour l'*Æonium canariense*, à une heure plus reculée pour l'*Oxalis* et le *Pelargonium*, à la vingt-quatrième heure pour le *Robinia;* dans l'esprit de l'auteur, ces différences se rattacheraient à la nature de l'acide à décomposer et qui serait l'acide malique pour les Crassulacées, l'acide oxalique pour l'*Oxalis* et le *Pelargonium*, les acides tartrique et citrique pour le Robinier.

Une fois que la décomposition de l'acide est commencée, elle se poursuit comme à haute température, c'est-à-dire d'abord assez énergiquement, puis de moins en moins vite, si bien qu'au bout de une à deux semaines la désacidification est tombée à une valeur très faible; il est cependant douteux qu'elle s'arrête tout à fait, car les plantes supportent mal un très long séjour à l'obscurité.

D'accord en cela avec ses précurseurs, l'auteur admet que la désacidification est un phénomène continu, favorisé par la lumière et l'élévation de la température, mais qui peut être temporairement masqué par le phénomène inverse, c'est-à-dire l'acidification qui intervient à l'obscurité.

Il est facile de comprendre que les acides en se décomposant à la lumière peuvent fournir indirectement les matériaux pour la formation des hydrates de carbone; il était *a priori* invraisemblable que cela pût avoir lieu à l'obscurité; effectivement quelques essais ont démontré qu'à l'obscurité la quantité d'hydrates de carbone diminue en même temps que l'acidité.

Cette diminution de l'acidité à l'obscurité prolongée paraît avoir donné du souci à l'auteur et cela est tout naturel. On pouvait supposer que les acides émigrent simplement des feuilles dans les tiges; mais la diminution de l'acidité se fait aussi bien sentir dans les feuilles détachées de plantes et pour lesquelles il ne saurait être question d'une telle émigration. On pouvait encore croire que les acides étaient neutralisés par quelque base. Des expériences faites à ce sujet avec le *Sempervivum* ont démontré que, pendant une forte désacidification, les malates augmentent d'une façon fort insignifiante ou même diminuent un peu.

Nous avons appris par Bergmann que lorsqu'on conserve pendant longtemps des parties de la plante à l'obscurité, il y apparaît des acides volatils. Partant de cette observation, l'auteur a dosé à part l'acidité attribuable aux acides volatils, qu'il est facile de saisir dans la liqueur distillée et il les a vus augmenter en même temps que les acides fixes diminuent à la température élevée aussi bien qu'à la température ordinaire. L'acide acétique s'y trouve toujours, mais l'acide formique n'a pu être décelé avec certitude. Il est donc très probable que les acides volatils plus simples sont le produit de la décomposition des acides fixes et plus compliqués des fruits.

Il était intéressant de voir, après ces études purement physiologiques, comment se comportent les mêmes acides en dehors de la plante, dans des solutions exposées à l'influence de la lumière et des températures élevées.

L'acide malique se décompose le plus facilement, puis viennent les acides oxalique et tartrique, tandis que l'acide citrique ne subit aucune décomposition dans ces mêmes conditions. L'agent le plus actif était la lumière pour l'acide malique, la température élevée (40 degrés) pour les deux autres acides. Tout cela explique pourquoi la désacidification n'est pas également

active chez les diverses plantes, pourquoi elle s'opère surtout très rapidement chez les espèces à acide malique et pourquoi elle n'a pas été observée du tout chez certaines autres.

La décomposition spontanée des acides dissous à la lumière est considérablement accélérée lorsqu'on fait flotter une feuille à la surface de la solution.

Ajoutons encore que les plantes vertes submergées assimilent plus énergiquement lorsqu'on ajoute à l'eau de petites quantités de malates, d'oxalates ou de tartrates; cet effet doit être sans doute ramené à la formation d'acide carbonique.

2. *Production des acides.*

Nous savons que des acides organiques prennent naissance lorsque les plantes séjournent à l'obscurité à une température modérée; mais on a vu également que cette acidification ne se poursuit que pendant un certain temps, dont la durée dépend de l'espèce considérée, après quoi la destruction des acides l'emporte. Toutes les plantes qui se désacidifient à la lumière s'acidifient à l'obscurité. Celles dont la désacidification est la plus énergique, comme les Crassulacées et certaines autres plantes très acides (*Oxalis*, *Pelargonium*), présentent aussi la plus forte acidification, laquelle d'ailleurs dure ici le moins longtemps.

On avait remarqué que la production des acides dépend de l'éclairage antérieur de la plante, et ce fait avait été diversement interprété. Tandis que Kraus n'y voyait qu'une affaire purement matérielle, reposant sur ce que les hydrates de carbone, fabriqués pendant la période d'éclairage, fournissent les matériaux des acides, de Vries au contraire croyait devoir recourir à une influence excitante de la lumière sur le protoplasme. A ce propos, l'auteur nous apporte un certain nombre de faits qui plaident en faveur de l'opinion de Kraus.

En premier lieu, la quantité de l'acide apparu croît rapidement avec la durée et l'intensité de l'éclairage préalable; en second lieu, et ceci est beaucoup plus démonstratif, elle est notablement plus faible lorsqu'on a antérieurement fait vivre les plantes à la lumière, mais dans de l'air privé d'acide carbonique. Plus intéressantes encore sont les expériences qui ont été instituées dans le but de déterminer l'influence des hydrates de carbone artificiellement offerts aux plantes sur la production des acides. L'auteur a fait flotter les feuilles de différentes plantes sur des solutions à 2 p. 100 de glycose, de sucre de canne, de sucre de lait et de glycérine; ces feuilles forment plus d'acides que les témoins qu'on avait fait flotter sur de l'eau pure. Lorsque l'on essaye de ranger ces corps suivant l'importance qu'ils ont dans la production de l'amidon (voyez les travaux de A. Meyer et de Laurent), on obtient la même série que si on prend comme raison leur influence sur l'acidification.

En tête vient la glycose, suivie de la saccharose; la glycérine est moins utile, le sucre de lait ne l'est presque pas. La glycose, par exemple, a élevé l'acidité de l'*Oxalis* de 891 à 973. Le frêne, qui forme de l'amidon à l'aide de la mannite, peut se servir au même degré de ce corps pour former des acides.



Conformément à ce qu'on savait déjà, l'optimum de température pour l'acidification est situé aux environs de 12 à 15 degrés, c'est-à-dire assez bas. Pour déterminer l'influence de l'oxygène on fait vivre les plantes dans l'hydrogène; dans ce gaz, la production des acides est fortement déprimée; l'oxygène est même beaucoup plus important pour la production des acides que pour leur destruction. Notons enfin que l'anesthésie par l'éther est énergiquement contraire à l'acidification.

3. *De l'échange gazeux qui accompagne la production et la destruction des acides.*

Une étroite relation doit rattacher les échanges gazeux à la production et à la destruction des acides. On sait qu'en général le rapport CO^2/O (quotient de respiration) est inférieur à l'unité. Il ne me sera pas défendu, je l'espère, de dire un mot ici de l'enseignement que je fais depuis si longtemps; depuis dix ans au moins, je divise le chapitre de la respiration en trois parties: la respiration normale, la respiration intra-moléculaire et « la respiration incomplète, n'allant pas jusqu'à la production d'acide carbonique et d'eau, mais s'arrêtant à celle d'acides moins oxygénés ». J'ai, à propos du travail de Warburg, montré que le choix des espèces avait pu être fatal dans la discussion pénible entre Moissan, Dehérain et Moissan d'une part et Bonnier et Mangin de l'autre; Moissan avait une prédilection marquée pour les plantes résistantes, à feuilles coriaces, pins, fusains etc., il les faisait récolter le soir pour les trouver fraîches et toutes prêtes le lendemain matin et craignait les échantillons délicats, susceptibles de se faner.

Voici donc ce que nous apprend maintenant Purjewicz: une série d'expériences faites avec des Crassulacées, l'*Oxalis* et le *Pelargonium* prouvent que le quotient de respiration atteint son minimum à la température même où « la formation des acides arrive au maximum »; à une température plus élevée ou plus basse ce quotient s'élève; à 37-40 degrés, température à laquelle les acides commencent à se décomposer, il approche de l'unité et peut même l'atteindre.

Voici ce qu'a donné le *Sedum hybridum*:

Durée de l'expérience.	Température.	Changement de l'acidité p. 100.	Rapport $\frac{CO^2}{O}$
—	—	—	—
3 heures	2 à 4	+ 5	0,45
3 —	10 à 12	+ 17	0,37
3 —	25 à 26	+ 6	0,48
2 —	39 à 40	— 4	0,87

L'obscurcissement prolongé produit le même effet que la température élevée; sitôt que la désacidification commence à l'emporter, le coefficient de respiration s'accroît et cela pendant plusieurs jours; on a trouvé, par exemple, dans une expérience avec le *Sedum hybridum*, les quotients suivants: de suite après l'obscurcissement, 0.44; deux jours plus tard, 0.70; cinq jours plus tard, 1.05. Pendant ce temps, l'acidité était tombée de 360 à 300.

Lorsqu'on fait germer des graines, l'acidité des jeunes plantules commence par s'accroître pour s'abaisser ensuite, tandis que le coefficient de respiration diminue d'abord et se relève ensuite, de telle sorte que son minimum coïncide à peu près avec le maximum de l'acidité.

Des plantules de haricot, provenant d'un semis du 10 septembre ont donné :

Dates.	Acidité.	Coefficient. de respiration.
—	—	—
17 septembre	262	0,81
19 —	281	0,67
21 —	265	0,78

Tout cela montre nettement que, comme le pensent Dehérain et Moissan, l'excès d'oxygène absorbé est au moins en grande partie employé à la formation d'acides organiques. On peut encore en rapprocher logiquement ce fait, que précisément les plantes dont l'acidité est la plus variable présentent également les plus fortes inégalités du coefficient de respiration, qui, compris ordinairement entre 0.6 et 0.9, peut, chez les Crassulacées, descendre à 0.1.

Il est à remarquer en outre que chez les plantes riches en acides, l'intensité de la respiration, mesurée par l'acide carbonique émis, est notablement plus faible que chez les espèces pauvres en acides. Mais si on compare à ce point de vue entre elles des parties différentes d'une plante très acide, par exemple les parties vieilles et jeunes des pousses d'*Oxalis*, on trouve au contraire que la plus forte acidité accompagne la plus grande énergie respiratoire ; cela se conçoit du reste, puisque la grande énergie respiratoire est ici le signe de la plus intense métamorphose des principes immédiats.

Comme on peut augmenter l'acidification en offrant aux plantes des hydrates de carbone, on devait s'attendre à diminuer ainsi le quotient de respiration. Des plantules de haricot étiolées et coupées, ont été placées les unes dans de l'eau pure, les autres dans une solution de glycose à 3 p. 100. On les y a laissées pendant trois jours à l'obscurité, pour déterminer ensuite le coefficient de respiration et l'acidité.

	Quotient de respiration.	Acidité.
	—	—
Plantules dans la glycose	0,40	257
Plantules dans l'eau	0,72	185

Une autre expérience analogue, faite avec des rameaux de *Pelargonium*, a donné des résultats aussi frappants. Inversement des rosettes de Joubarbe cultivées pendant longtemps dans de l'air privé d'acide carbonique et par conséquent incapables de former des hydrates de carbone, ont beaucoup exagéré leur coefficient de respiration (de 0.34 à 0.64).

Des acides tout faits, offerts du dehors à la plante, doivent exagérer la destruction des acides, augmenter par conséquent l'émission de l'acide carbonique, par conséquent encore élever le quotient de respiration. Des plantules étiolées de blé placées les unes dans l'eau, les autres dans une solution à 2 p. 100 de malate de chaux, et laissées pendant quatre jours à l'obscurité, ont donné pour coefficient de respiration respectivement 0.75 et 1.07

les plantes vertes de haricot traitées de la même manière 0.83 et 1.00, enfin des rameaux de *Sedum canescens*, 0.58 et 0.91.

De tous ces faits se dégage très nettement la conclusion que les acides organiques de la plante sont des produits d'une oxydation incomplète des hydrates de carbone. On avait pu y voir les produits accessoires de la synthèse des albuminoïdes, mais cette hypothèse n'est plus en accord avec tous les faits observés.

Quant à la destruction des acides, elle consiste clairement en une combustion, mais il est probable qu'il y a des degrés dans cette combustion qui ne doit pas conduire immédiatement au dégagement d'acide carbonique: il apparaît sans doute des acides de plus en plus oxygénés et de plus en plus simples; de cette façon, ainsi qu'on le pensait depuis longtemps, la respiration ne consiste pas en une simple et complète oxydation des hydrates de carbone, mais en une chaîne d'oxydations partielles successives et dont le dernier chaînon seul s'exprime extérieurement par le dégagement d'acide carbonique.

En résumé, le travail de Purjewicz est une très belle confirmation des observations et des idées de Warburg (pour ne pas citer les auteurs antérieurs) et contribue puissamment à éclairer la théorie de la respiration normale des plantes, notamment en ce qui concerne le fameux rapport CO^2/O. VESQUE.

La localisation de l'acide oxalique dans la plante, par M. R. GIESSLER [1]. — L'auteur s'est proposé de rechercher quelle est la distribution de l'acide oxalique libre et des oxalates acides dans le corps de la plante. Il s'est servi comme réactif d'une solution de chlorure de calcium à 25 p. 100 qu'il injectait dans les parties de plantes choisies pour l'expérience et qu'il avait prises dans les genres *Rumex*, *Oxalis* et *Begonia*.

L'oxalate de chaux se précipite dans l'intérieur des cellules sous les formes les plus diverses.

Il a trouvé comme règle générale que l'acide oxalique est localisé dans l'épiderme ou tout au moins de préférence dans les tissus périphériques de la plante, que par conséquent, ainsi que M. Stahl l'avait déjà admis, la présence de cet acide constitue un moyen de défense contre les attaques de petits animaux.

Les parties des plantes qui restent cachées dans le sol, sont ordinairement privées d'acide, même les coulants, les rhizomes, etc., en accumulent moins que les régions franchement aériennes.

Les feuilles surtout entassent l'acide oxalique dans l'épiderme; cela ne veut pas dire que le tissu assimilateur sous-jacent n'en puisse pas contenir, mais il en renferme toujours beaucoup moins. Dans les tiges, les pétioles des feuilles et les pédicelles des fleurs, le parenchyme cortical, se charge également de la fonction de l'accumulation de l'acide oxalique, même la moelle peut en contenir des quantités notables.

Il est à remarquer que l'acide oxalique, contrairement à ce qui a lieu

1. *Jenaische Zeitschr. f. Naturwissensch.*, XXVII, Nouvelle série XX, 1893, 344. *Bot. Centralbl.*, LVI, 35.

pour les autres substances protectrices, résines, oléo-résines, essences, n'apparaît que tardivement et que sa quantité s'accroît avec l'âge de l'organe et à mesure que le volume du suc cellulaire augmente lui-même.

Chez les espèces privées d'acide ou dans les organes dépourvus d'acide chez une espèce qui en renferme dans d'autres parties, on a le plus souvent des tanins qui, distribués également sur la périphérie, semblent bien jouer le même rôle protecteur que l'acide oxalique.

Les parties acides des plantes sont très ordinairement respectées par les animaux, notamment les limaces et les escargots; les mêmes animaux dévorent ces parties lorsqu'on précipite l'acide oxalique par le chlorure de calcium et qu'on les soumet ensuite à un lavage à l'eau.

Il est vrai que les pucerons attaquent parfois fortement des plantes riches en acide oxalique, mais il paraît qu'ils piquent les feuilles de manière à passer entre les cellules acides et à atteindre ainsi les cellules dépourvues d'acide oxalique. L'expérience a démontré que l'acide oxalique et le bioxalate de potasse sont des poisons aussi violents pour les pucerons que pour les mollusques.

L'auteur déclare à la fin de son travail que la fonction de protection n'exclut pas le cumul d'une autre fonction. Il pense que l'acide oxalique accumulé dans l'épiderme est en relation avec la fonction de réservoir d'eau remplie par ce tissu.

Les courants protoplasmiques et la migration des principes immédiats, par M. Kienitz-Gerloff[1]. — M. de Vries, après avoir démontré d'une manière aussi élégante qu'irréfutable que la diffusion ne suffit pas à beaucoup près pour expliquer la rapidité relative avec laquelle s'opère la migration des principes immédiats, a eu l'idée de faire intervenir dans sa théorie ces mouvements bien connus du protoplasme à l'intérieur des cellules et que l'on comprend depuis longtemps sous le nom de cyclose. Le courant protoplasmique entraînerait les principes immédiats d'un bout à l'autre de la cellule et la tâche de la diffusion se réduirait ainsi au passage des parois cellulosiennes à traverser. Ainsi s'expliquait d'une manière très heureuse l'allongement excessif des cellules dans les tissus conducteurs. Avant M. de Vries, pour montrer cette cyclose, on était obligé de recourir à certains objets classiques; mais le savant hollandais en a démontré l'existence générale en entourant la préparation microscopique d'un liquide à peu près isotonique avec le suc cellulaire lui-même.

Une réaction n'a pas tardé à se faire sentir. Après un premier travail d'un élève de M. Pfeffer, mais qui, à ma connaissance, n'est pas sorti des proportions modestes d'une notice préliminaire, M. Hauptfleisch, adoptant les mêmes idées, a essayé de prouver que dans la plupart des cas, les mouvements protoplasmiques observés dans les coupes microscopiques, sont une conséquence secondaire de la préparation, c'est-à-dire, de l'intervention brutale de l'instrument tranchant et des manipulations qui la suivent.

M. Kienitz-Gerloff maintient, au contraire, que la blessure produit d'abord

1. *Bot. Zeit.*, 1893, 36.

un ralentissement des courants protoplasmiques et que l'accélération ne se présente que plus tard. Il admet en outre qu'un courant, accéléré par une première action traumatique, n'est pas sensiblement ralenti par une seconde intervention semblable ; bref, il parvient à interpréter au profit de l'existence primaire de la cyclose, une partie même des observations de Hauptfleisch.

L'accélération qui se produit à la suite des blessures, apparaît maintenant avec sa téléologie propre; elle aurait pour but d'amener aussi vite que possible, dans le voisinage de la plaie, les matériaux de construction nécessaires à la cicatrisation, ajoutons à cela le fait significatif que les mouvements de protoplasme ont été de nouveau observés dans le cambium.

On sait aujourd'hui que les protoplastes de cellules contiguës, communiquent ensemble par de très fins filets protoplasmiques qui traversent les membranes de cellulose. Or, M. Pfeffer avait pensé que le frottement devait rendre impossible tout mouvement dans des canaux de cette finesse. M. Kienitz-Gerloff n'est pas de cet avis. Dans une cellule d'un poil de courge on peut constater facilement un courant protoplasmique et même deux, dirigés en sens inverse, dans des tractus ou filets protoplasmiques, dont la finesse est vraisemblablement égale à celle des canaux de communication entre cellules voisines. Il ne faut pas oublier que les filets traversant librement le suc cellulaire sont limités par un véritable tube de protoplasme condensé et immobile, qui, très élastique, doit se dilater au passage des corpuscules entraînés un peu gros. VESQUE.

De l'action physiologique des ondes électriques de Hertz sur les plantes, par M. R. HEGLER [1]. — L'auteur s'est servi d'un appareil qui était essentiellement copié sur celui que Hertz avait employé pour obtenir les ondes courtes; les rayons électriques ont été renforcés par la réflexion dans des miroirs concaves. Des *Phycomyces* cultivés sur des morceaux de pain stérilisés ont été disposés au foyer du miroir récepteur. Les expériences ont été faites dans une chambre noire, d'une température très uniforme.

Au bout de trois à six heures, les hyphes fructifères ont montré des courbures d'excitation très nettes dans le sens de la propagation des ondes électriques, mais leur inclinaison était beaucoup moins forte que celle motivée par l'héliotropisme. C'est donc un cas d'électrotropisme négatif. Par surcroît de précaution, l'auteur a recouvert la plante d'un réseau métallique à petites mailles, qui a dû éteindre complètement les rayons électriques. Dans ces conditions, le *Phycomyces* est resté indifférent. VESQUE.

1. *Verhandlungen d. Gesellschaft deutscher Naturforscher u. Aerzte zu Halle*, 1891, 2. — *Bot. Centralbl.*, LV, 40.

Le Gérant : G. MASSON.

Paris. — Imprimerie L. MARETHEUX, 1, rue Cassette.



LES EAUX DE DRAINAGE

DES TERRES CULTIVÉES

(*3e mémoire*)

PAR

M. P.-P. DEHÉRAIN

Membre de l'Académie des sciences.

Les cases de végétation de mars 1893 a mars 1894.

J'ai déjà, à deux reprises différentes[1], entretenu le lecteur des résultats obtenus des cases de végétation que la libéralité de l'Administration de l'agriculture m'a permis d'établir au champ d'expériences de Grignon. Les déductions qu'on peut tirer des eaux de drainage sont bien loin d'être épuisées et je veux encore y revenir aujourd'hui.

Pendant la première année d'observations, les quantités d'azote nitrique entraînées par les eaux de drainage ont été excessives, il n'était pas difficile d'en trouver la raison. J'ai montré, en effet[2], ici même, l'an dernier, à quel point la trituration et l'aération du sol favorisent la nitrification, et il était naturel que les terres enlevées pour la construction des cases à l'automne de 1891, restées exposées à l'air pendant plusieurs mois, puis remises ensuite en place, par conséquent triturées et aérées comme aucun de nos instruments n'est capable de le faire, aient élaboré des quantités de nitrates infiniment plus fortes que des terres en place simplement travaillées à la surface par les charrues ou les herses.

Pour bien savoir quelle avait été l'influence de cette trituration excessive de la première année, nous avons maintenu en repos absolu les terres de quelques-unes de nos cases; sur quelques autres, au contraire, on a donné des façons analogues à celles que reçoivent les sols en place et les comparaisons entre les quantités d'azote nitrique élaborées cette année, dans les unes et les autres, les comparaisons entre les nombres fournis par les dosages de 1893 et ceux de 1894, seront de nature à apporter une nouvelle

1. Tome XIX, p. 65. — Ce volume, p. 21.
2. Tome XIX, p. 401.



contribution à cette très importante question : l'influence du travail du sol sur la nitrification.

Cette influence a été partiellement masquée, il faut le reconnaître, par la sécheresse excessive qui a caractérisé le printemps de 1893 et qui a exercé une influence si funeste sur la production fourragère. Le poids des récoltes obtenues sur nos cases de végétation a été également diminué, et les résultats que nous allons exposer ne peuvent pas être considérés comme ceux d'une récolte normale.

§ 1. — *Pluie et drainage pendant l'année* (*mars* 1893 *à mars* 1894).

On se rappelle combien le printemps a été sec jusqu'en mai [1], juillet a été particulièrement pluvieux, puis la précipitation a été à peu près normale pendant l'hiver; voici les chiffres relevés au pluviomètre de l'École pendant cette dernière période :

	millimètres.
Novembre 1893	42.25
Décembre 1893	46.25
Janvier 1894	55.90
Février 1894	26.35
Mars 1894	26.75

Le tableau I donne la quantité d'eau de drainage recueillie pendant toute l'année : l'eau a coulé dès le commencement d'octobre des cases **1**, **12**, **13** et **14** restées en jachère, et seulement à la fin du même mois, des cases qui avaient porté des cultures ; on voit aisément sur le tableau I que la quantité d'eau recueillie est beaucoup plus forte sur les terres en jachère que sur les terres emblavées. Pendant la saison chaude, les drains n'ont pas coulé même des cases en jachère ; la quantité d'eau tombée était cependant considérable, une fraction importante a été évaporée, une autre partie est restée dans le sol, l'a saturé, aussi les quantités d'eau écoulées pendant l'hiver sont-elles très voisines de celles qui sont tombées.

Le tableau I montre que les trois cases **12**, **13** et **14** ont laissé couler des quantités d'eau à peu près semblables, ce sont les terres **12** et **14** qui ont été remuées à la surface le plus fréquemment, soit

1. *Annales agronomiques*, t. XIX, p. 561. Ce volume, p. 239.

TABLEAU I. — Drainage des cases de végétation du 2 mars 1893 au 20 mars 1894.

Eau tombée sur la surface d'une case : 1,393 l. 636. Eau tombée en millimètres : 318,414.

NUMÉROS des cases.	NATURE DE LA CULTURE	FUMURE DISTRIBUÉE à chaque case.	POIDS de la récolte.	EAU de drainage recueillie.	Azote par litre.	AZOTE entraîné par l'eau de drainage.	AZOTE perdu à l'hectare.
				litres.	gr.	gr.	kil.
1	Jachère	Sans engrais	»	401	0.079	31.679	79.198
2	Prairie (ray-grass)	—	1 k. 800	301	0.049	14.749	36.872
3	Blé Shireff, pas de culture dérobée	—	Grain, 580 gr. Paille, 1 k. 224	258	0.069	17.802	44.505
4	Blé Shireff, vesce en culture dérobée	—	Grain, 560 gr. Paille, 1 k. 200	332	0.070	23.240	58.100
5	— — — —	—	Grain, 615 gr. Paille, 1 k. 200	274	0.068	18.632	46 580
6	Betterave à sucre	12 kil. fumier, 40 gr. nitrate	7 k. 600	257	0.050	12.850	32.125
7	— —	6 kil. fumier, vesce enterrée, 40 gr. nitrate	10 k. 600	173	0.046	7.958	19.895
8	— —	6 kil. fumier, vesce enterrée, pas de nitrates, fourchages nombreux	10 k. 500	160	0.043	6.880	17.200
9	Betteraves porte-graines	12 kil. fumier	Graines, 725 gr.	271	0.048	13.008	32.520
10	— —	6 kil. fumier	— 667 gr.	316	0.043	13.588	33.970
11	— —	— —	— 720 gr.	236	0.049	11.554	28.910
12	Sans culture, travaillé à la bêche	Sans engrais	»	439	0.101	44.339	110.840
13	Sans culture	—	»	434	0.083	36.022	90.055
14	Sans culture, fourchages	—	»	440.5	0.116	51.098	127.745
15	Avoine et trèfle	—	Grain, 550 gr. Paille, 1 k. 500	242	0.038	9.196	22.990
16	Vigne	—	»	383	0.079	30.257	75.642
17	—	—	»	395	0.081	31.995	79.987
18	Pommes de terre	6 kil. fumier	12 kil.	255	0.043	10.965	27.413
19	— —	— —	11 k. 600	276	0.048	13.248	33.120
20	— —	— —	10 k. 100	284	0.044	12.496	31.240

à la bêche, soit au moyen d'une fourche recourbée simulant l'action d'une herse, qui ont laissé couler les plus grandes quantités d'eau ; l'influence de ce travail sur l'égouttage de la terre est encore plus sensible quand on compare la quantité écoulée de **12** et de **14** à celle qu'a donnée la case **1** restée sans travail. Il convient d'insister sur ces différences ; on en peut déduire que, dans une terre bien travaillée, la fraction de l'eau tombée qui pénètre dans les profondeurs et qui par suite arrive à la portée des racines, est plus forte que celle que recevra le sous-sol d'une terre non travaillée. Ces différences apparaissent encore dans deux autres cas.

Pendant l'été de 1893, on a enlevé une portion de la terre de la case **2** qui portait du ray-grass, et une partie de celle de la case **4** emblavée en blé, pour suivre le développement des racines, les quantités d'eau que ces cases ont laissé couler sont considérables; on conçoit encore qu'il en soit ainsi ; une terre bien ameublie laisse pénétrer l'eau facilement, elle s'enfonce jusque dans les profondeurs, et comme le travail exécuté a détruit la capillarité, l'eau remonte difficilement jusqu'à la surface où se produit l'évaporation.

L'influence de ce travail, qu'on pourrait comparer à un défoncement, a été particulièrement décisive sur **4**, bien que la terre ait porté une culture dérobée qui, ainsi que nous l'avons indiqué plusieurs fois, a pour effet de diminuer le drainage.

Cet effet ne s'est pas produit cette année sur la case n° **5**, et il y aurait lieu de s'étonner que **3**, qui n'a pas porté de culture dérobée, ait laissé couler moins d'eau que **5** qui a été ensemencée en vesce aussitôt après la moisson, si on ne remarquait que les drains n'ont débité de l'eau qu'à partir du mois de novembre, par conséquent après que la vesce avait été enfouie ; il n'a rien coulé pendant que la vesce couvrait la terre ; celle-ci avait été si profondément desséchée pendant le printemps que les pluies de juillet, d'août et de septembre n'ont pas traversé le sol ; les résultats constatés en 1893 n'infirment donc en rien les faits observés les années précédentes.

Les trois cases **6**, **7** et **8**, toutes trois emblavées en betteraves, n'ont pas donné des quantités d'eau égales : **6** a laissé couler infiniment plus que **7** et **8** ; cette différence doit être attribuée à l'abondance variable des récoltes : on a recueilli sur **7** et **8** : 10 kil. 500 de racines, 7 kil. 6 seulement sur **6**. On estime habituellement

qu'une plante herbacée qui se développe dans de bonnes conditions, sur une terre fertile, évapore 250 litres d'eau pendant le temps qu'elle élabore 1 kilo de matière sèche[1]. Or, les récoltes de racines de **6** et de **7** surpassent d'environ 3 kilos la récolte de **5**, ces racines renfermaient environ 80 p. 100 d'eau, ou 20 p. 100 de matière sèche. Nous avons donc obtenu sur **7** et **8** : 600 grammes de matière sèche de plus pour les racines seulement que sur **5**; or, 600 grammes de matière sèche exigent 150 litres d'eau, quantité supérieure à la différence constatée entre l'eau de drainage de **7** et de **8** et celle de **6**, et en réalité la différence est encore plus forte, puisque nous n'avons pas tenu compte de l'eau évaporée correspondant à l'élaboration de la matière sèche des feuilles.

La quantité d'eau que laissent couler les cases ayant porté les betteraves porte-graines plantées sur **9**, **10** et **11**, est plus considérable que celle qu'on a recueillie au-dessous des betteraves; et, en effet, les porte-graines sont arrachées beaucoup plus tôt et par suite travaillent moins longtemps comme appareils d'évaporation.

La case **15** a été emblavée en avoine et trèfle, le trèfle a très bien pris, il a végété pendant tout l'hiver et par suite le drainage est peu abondant.

Les vignes plantées sur **16** et **17** au commencement du printemps de 1893 sont encore peu vigoureuses ; il est donc naturel que les quantités d'eau évaporées soient faibles, et qu'au contraire le drainage soit abondant.

Les pommes de terre plantées sur **18**, **19** et **20** sont arrachées plus tôt que les betteraves, leurs feuilles se flétrissent de bonne heure, elles évaporent moins d'eau que les betteraves et, par suite, fournissent un drainage plus abondant.

§ 2. — *Azote nitrique contenu dans 1 litre d'eau de drainage des terres nues et cultivées.*

Terres sans culture. — On voit sur le tableau I que les cases **1**, **12**, **13** et **14** ont été laissées en jachère ; la teneur en azote nitrique du litre est très variable[2]. Deux terres, **1** et **13**, n'ont subi aucun

1. *Annales agronomiques*, t. XI, p. 69, t. XVIII, p. 465.

2. Nous ne croyons pas devoir revenir sur le procédé de dosage employé, nous l'avons décrit à maintes reprises; on déduit l'azote nitrique du volume de bioxyde d'azote recueilli.

travail, tandis que **13** et **14** ont été remuées à diverses reprises, pour savoir si ce travail y déterminerait une nitrification active; or, on voit que **1** et **13**, non remuées, ont laissé couler des eaux renfermant 0 gr. 079 et 0 gr. 083 d'azote nitrique par litre, tandis que **12** en a donné 0 gr. 101, et **14**, 0 gr. 116, c'est-à-dire sensiblement plus.

Il est bien à remarquer, en outre, que la sécheresse de l'année 1893 n'a pas été favorable à l'activité de la nitrification; en effet, les premières eaux écoulées en octobre n'étaient pas très chargées, c'est dans les dosages suivants que l'influence du travail du sol se fait particulièrement sentir, ainsi que le montre nettement le tableau suivant :

Azote nitrique par litre dans les eaux de drainage de terres travaillées ou laissées en repos.

	CASE N° 1 sans travail.	CASE N° 13 sans travail.	CASE N° 12 remuée à la bêche.	CASE N° 14 remuée à la fourche.
	gr. c.	gr. c.	gr. c.	gr. c.
9 octobre 1893	0.091	0.085	0.111	0.106
4 novembre 1893. . . .	0.095	0.100	0.122	0.260
22 janvier 1894	0.080	0.078	0.093	0.094
19 février 1894	0.070	0.080	0.090	0.085
20 mars 1894	0.060	0.080	0.131	0.085

La teneur des eaux de **1** et de **13** ne varie qu'entre des limites peu écartées; il n'en est plus de même pour **12**; au mois de novembre, il y a un accroissement sensible, moindre pourtant que celui qu'on observe sur **14**; le 20 mars, l'eau qui s'écoule de **12** est deux fois plus riche que celle qui provient de **1** à la fin des observations, au printemps; **12** a reçu, en effet, dès le commencement de mars, un labour très soigné, dont l'effet n'a pas tardé à se faire sentir.

Il est bien à remarquer, en outre, que les nombres moyens sont bien plus faibles pendant cette année 1893-1894, que pendant l'année précédente, et, dans cette année 1892-1893, pendant le printemps et l'été que pendant l'automne et l'hiver; à mesure que s'éloigne le moment où le remplissage des cases a eu lieu, à mesure aussi s'éteint l'activité de la nitrification, s'abaisse la teneur des eaux en nitrates.

Azote nitrique par litre dans les eaux de drainage.

	CASE N° 1 sans engrais, sans travail.	CASE N° 13 fumée en 1892, sans engrais, sans travail en 1893.	CASE N° 12 fumée en 1892, sans engrais, mais travaillée à la bêche en 1893.	CASE N° 14 fumée en 1892, sans engrais, mais remuée à la fourche en 1893.
	gr. c.	gr. c.	gr. c.	gr. c.
Printemps, été, 1892 . .	0.158	0.153	0.122	0.146
Automne, hiver, 1892-93.	0.106	0.105	0.088	0.137
Année entière, mars 1893 à mars 1894.	0.079	0.083	0.101	0.116

Partout les nombres de la première ligne surpassent ceux de la seconde, et les chiffres de la seconde ligne ceux de la troisième; il n'y a d'exception que pour la case **12**, le travail à la bêche a réussi à faire remonter le taux du litre au-dessus de ce qu'il était pendant l'automne et l'hiver précédent.

La décroissance de l'activité de la nitrification dans la terre de la case n° **1** est bien sensible, quand on compare entre eux les résultats des observations correspondant aux mêmes époques de l'année; aussi, tandis qu'en octobre 1892 le litre renfermait 0 gr. 132 d'azote nitrique, en octobre 1893 il n'en accuse plus que 0 gr. 091; en novembre 1892, on trouve 0 gr. 204 contre 0 gr. 095 en novembre 1893; en février 1893, on dose 0 gr. 078 contre 0 gr. 070 en février 1894 et 0 gr. 116 d'azote nitrique en mars 1893 contre 0 gr. 060 en mars 1894.

Terres en culture. — Les conditions très particulières de l'année 1893, la douceur de l'hiver qui a suivi, expliquent comment la teneur au litre varie très peu d'une terre à l'autre; en effet, les eaux n'ont coulé que lorsque les terres étaient dépouillées de leurs récoltes, le trèfle resté sur pied tout l'hiver donne les eaux les plus pauvres; les deux cases **4**, **5**, qui ont porté du blé, puis de la vesce, donnent la même quantité d'azote nitrique au litre que **3**, qui n'a pas eu de culture dérobée, et cela est dû, ainsi que nous l'avons dit déjà, à ce que les eaux n'ont été recueillies que lorsque la vesce était déjà enfouie; les autres ne présentent pas assez d'intérêt pour nous arrêter.

En multipliant la teneur de l'azote nitrique du litre d'eau recueillie par le nombre de litres, on a la quantité d'azote contenue dans l'eau écoulée d'une case, d'où il est facile de passer à l'hectare en multipliant par 2,500, les cases ayant 4 mètres carrés.

§ 3. — *Azote nitrique entraîné à l'hectare.*

Terres sans culture. — Nous avons laissé en jachère les terres des cases **1**, **12**, **13** et **14**; et ainsi qu'il a été dit déjà, tandis que **1** et **13** sont restées en repos, on a travaillé à la bêche **12** et à la fourche **14**; les nombres inscrits dans la dernière colonne du tableau I montrent que la jachère entraîne une déperdition considérable d'azote nitrique. Sans doute les terres des cases se ressentent encore de l'activité que le travail du remplissage a donnée au ferment nitrique en 1892, et une terre en place n'élabore pas habituellement autant d'azote nitrique que les terres des cases; quoi qu'il en soit, il est curieux de constater que la terre n° **1**, qui n'a reçu aucun engrais et qui n'a pas été travaillée, perd encore 79 kil. 198 pendant l'année 1893-1894, et la terre **13**, sans culture et sans travail, mais qui a été fumée en 1892, 90 kil. 055; il est vraisemblable que dans quelques années les quantités d'azote nitrique entraînées par les eaux de drainage des terres sans travail seront moindres, mais il est bien à remarquer que très habituellement, quand on laisse une terre en jachère, on lui prodigue, pendant ce long repos, de nombreuses façons; or, ces façons provoquent la nitrification et déterminent des pertes d'azote nitrique considérables. On voit, en effet, que les eaux écoulées de la terre **12** renfermaient à l'hectare 110 kil. 840 d'azote nitrique et, celles de **14**, 127 kil. 945. Ces nombres sont plus forts que ceux qu'on trouverait pour des terres en place, mais on voit que les façons ont augmenté les pertes, dans un cas, de 20 kilos d'azote nitrique, dans l'autre, de 37 kilos, correspondant dans un cas à 33 fr., dans l'autre à 61 fr. de nitrate de soude.

Il convient de s'arrêter sur ces dosages, car ils sont de nature à éclairer la question capitale que nous avons abordée ici même l'an dernier, et dont la solution est de nature à modifier notre méthode de travail du sol. Comment faut-il que ce travail soit exécuté pour provoquer une nitrification abondante? Tel est le point qu'il faudrait élucider.

Nous voyons tout d'abord que le travail exécuté en 1893 a été tout à fait insuffisant; les différences de 20 et de 37 kilos d'azote nitrique entre **12**, **14**, travaillées, et **13**, restée en repos, qu'on peut raisonnablement attribuer aux travaux exécutés sur **12** et **14**, sont

faibles; nous sommes loin des chiffres constatés en 1892 sur les terres qui avaient été étalées pendant un mois sur le sol de la Station[1]. Est-ce donc que la trituration ne suffit pas pour provoquer l'activité de la nitrification et qu'il faut encore une autre condition. Pour discuter cette question avec plus de chances de la résoudre, examinons le détail des dosages.

Azote entraîné par les eaux de drainage des cases sans végétation calculé pour 1 hectare.

	N° 1 sans engrais, sans travail.	N° 13 fumée en 1892, sans travail.	N° 12 fumée en 1892, travail à la bêche en 1893.	N° 14 fumée en 1892, travail à la fourche en 1893.
	gr. c.	gr. c.	gr. c.	gr. c.
9 octobre 1893	8.645	11.475	16.650	16.165
3 novembre 1893 . . .	14.487	14.750	19.240	40.625
23 janvier 1894	31.000	32.170	38.120	37.820
19 février 1894	20.825	23.100	22.700	24.437
20 mars 1894	4.550	8.200	13.150	8 712
Automne et hiver. . . .	79.507	89.695	109.930	127.759

L'accord entre les cases n° 1 et n° 13 est remarquable, pour les dosages du 3 novembre, du 23 janvier et du 19 février; c'est la supériorité d'octobre et de mars sur 13 qui lui permet de surpasser 1 de 10 kilos. L'effet du travail sur 12 et 14 est sensible dès le mois d'octobre, le labour exécuté sur 12 et sur 14 s'accuse par l'excès que présentent les eaux écoulées de ces deux cases sur 1 et 13. La nitrification devient très active sur 14 dès le mois de novembre, au mois de janvier les quatre cases donnent des nombres à peu près semblables.

Si nous comparons entre eux les quatre nombres qui indiquent les quantités d'azote nitrique élaborées par les cases restées en jachère, nous trouvons que le travail exécuté sur 12 et sur 14 n'a présenté qu'une médiocre efficacité.

Il est bien à remarquer cependant que c'est l'excès de 12 et de 14 sur 1 et 13 qui est médiocre, les quantités absolues sont notables et surpassent les besoins des récoltes; et la médiocrité de l'influence du travail de 12 et de 14 est peut-être due à l'activité qu'avait conservée la nitrification dans les terres remuées après

1. *Annales agronomiques*, t. XIX, p. 401.

TABLEAU II. — Mouvement de l'azote, calculé

NUMÉROS des cases.	NATURE DE LA CULTURE	FUMURES ET TRAVAUX en 1893.
1	Jachère	Aucun travail, aucun engrais . . . . .
2	Prairie (ray-grass).	— — . . . . .
3	Blé Shireff, pas de culture dérobée. . .	Labours à la bêche, aucun engrais. . .
4	Blé Shireff, culture dérobée de vesce enfouie à l'automne	— — — . . .
5	Blé Shireff, culture dérobée de vesce enfouie à l'automne.	— — — . . .
6	Betteraves à sucre.	30 tonnes fumier de ferme, 100 kil. nitrate de soude . . . .
7	— —	15 tonnes fumier de ferme, vesce enterrée, 100 kil. nitrate de soude . . .
8	— —	15 tonnes fumier de ferme, vesce enterrée, pas de nitrate, mais fourchages nombreux . . . .
9	Betteraves porte-graines.	30 tonnes fumier . . . .
10	— —	15 tonnes fumier . . . .
11	— —	15 tonnes fumier, fourchages répétés. .
12	Jachère	Sans engrais, labour à la bêche 6 fois..
13	—	Sans engrais, sans travail . . . .
14	—	Sans engrais, fourchage 6 fois, labour à la bêche en mars.
15	Avoine et trèfle	Sans engrais . . . .
16	Vigne.	— . . . .
17	—	— . . . .
18	Pommes de terre Richter's Imperator..	15 tonnes fumier . . . .
19	— — — —	— — . . . .
20	— — — —	— — . . . .

pour la surface de 1 hectare. (Mars 1893-Mars 1894.)

CULTURES, FUMURES et travaux en 1892.	POIDS de la récolte en 1893.	AZOTE des engrais.	AZOTE des récoltes.	AZOTE des eaux de drainage.	AZOTE total enlevé.	AZOTE gagné + perdu —
		kilos	kilos	kilos	kilos	kilos
Aucun travail, aucun engrais.	»	»	»	79.2	79.2	— 79.2
— — .	4.500 kil.	»	58	36.9	94.8	— 94.8
30 tonnes fumier pour betteraves.	Grain, 14 qm. 5 Paille, 29 qm. 6	»	43.8	44.5	88.3	— 88.3
80 tonnes fumier et 250 kil. nitrate pour betteraves . .	Grain, 14 qm. 0 Paille, 29 qm. 0	»	42.5	58.1	100.6	—100.6
625 kil. nitrates et 200 kil. superphosphates pour betteraves.	Grain, 16 qm. 1 Paille, 29 qm. 0	»	46.5	46.6	93.1	— 93.1
15 tonnes fumier pour blé. .	Racines, 19.000	165	30.4	32.1	62.5	+102.5
15 tonnes fumier et 200 kil. nitrate pour blé.	Racines, 26.250	90	42.0	19.9	61.9	+ 28.1
500 kil. nitrate et 200 kil. superphosphate pour blé . .	Racines, 26.250	75	42.0	17.2	59.2	+ 15.8
30 tonnes fumier pour pommes de terre	Graines, 1812 k 5	150	27.2	32.5	59.7	+ 90.3
30 tonnes fumier, 250 kil. nitrate de soude pour pommes de terre	Graines, 1,667 k.	75	25.0	33.9	58.9	+ 16.1
625 kil. nitrate de soude, 200 kil. superphosphate pour pommes de terre . .	Graines, 1,800 k.	75	27.0	28.9	55.9	+ 19.1
30 tonnes fumier, sans travail. Jachère.	»	»	»	110.8	110.8	—110.8
30 kil. fumier, 250 kil. nitrate de soude. Jachère sans travail	»	»	»	90.0	90	— 90.0
625 kil. nitrate de soude, 200 kil. superphosphate. Jachère sans travail. . . .	»	»	»	127.5	127.5	—127.5
30 tonnes fumier pour maïs-fourrage	Grain, 13 qm. 75 Paille, 37 qm. 50	»	50	22.9	72.9	— 72.9
Sans engrais, pour trèfle . .	»	»	»	75.6	75.6	— 75.6
Sans engrais, pour avoine et trèfle	»	»	»	79.9	79.9	— 79.9
30 tonnes fumier pour betteraves porte-graines. . . .	30.000 kil.	75	96	27.4	123.4	— 48.4
30 tonnes fumier, 200 kil. nitrate pour betteraves porte-graines.	29.000 kil.	75	92.8	33.1	125.9	— 59.9
625 kil. nitrate, 200 kil. superphosphate pour betteraves porte-graines. . . .	27.500 kil.	75	88.0	31.2	119.2	— 54.2

le remplissage des cases. Nous nous trouvons ici dans un cas semblable à celui que nous avons observé il y a quelques années quand, prenant des terres dans un flacon où elles n'étaient arrivées qu'après exposition à l'air pour les dessécher et les tamiser, nous avons trouvé que la trituration n'exerçait pas d'action sensible.

En réalité, le travail exécuté sur **12** et **14** est presque en surcroît, l'influence que ce travail peut exécuter étant déjà produite par la trituration formidable qui a eu lieu au moment du remplissage.

Est-ce à dire que sur une terre en place, ce travail à la bêche ou à la herse soit suffisant pour provoquer une nitrification abondante? Non, sans doute, car les cultivateurs reconnaissent en général une grande efficacité à l'épandage du nitrate de soude au printemps, et cette efficacité ne se manifesterait pas si la terre, convenablement travaillée, fournissait par elle-même une quantité suffisante de nitrates.

Terres cultivées. — Si on compare les récoltes obtenues des cases de végétation en 1892 et en 1893, on voit que les dernières sont beaucoup plus faibles que celles de l'année précédente; la prairie avait donné en 1892 la valeur de 6,000 kilos de foin, elle n'en a fourni que 4,000 en 1893, et cette récolte est due exclusivement à la seconde coupe, le printemps avait été tellement sec qu'il avait été impossible de faucher au mois de juin; ce sont les pluies de juillet qui ont déterminé le départ de la végétation.

La récolte de blé sur **4**, **5** et **6** a été très faible, encore inférieure à celle de 1893; nous en avons indiqué la raison[1] : les racines du blé sont extraordinairement longues et c'est à leur extrémité qu'elles portent des poils absorbants; dans les cases de végétation, le blé est très beau pendant la première partie de son développement, tant que les racines encore dans la terre meuble et humide trouvent à s'abreuver, mais quand elles arrivent dans les cailloux qui occupent le fond de la case, elles ne rencontrent plus les quantités d'eau nécessaires, le blé commence à jaunir vers le milieu de juin et les récoltes sont faibles; même pendant cette année 1894, qui a été pluvieuse au printemps, ce qui a favorisé la végétation du blé à un point tel qu'en général la récolte a été excellente, nous avons constaté une différence notable entre le blé des cases et celui de la pleine terre.

1. Une erreur d'impression, t. XIX, p. 572, porte la récolte de blé de la case 5 à 13 q.m. 4, c'est 16.1, porté au tableau II, qui est le chiffre exact.

En 1893, le blé vivait sur une arrière-fumure distribuée aux betteraves de 1892 et, contrairement à ce qu'on aurait pu croire, les deux fumures de 1892, comprenant du fumier, ont été moins favorables que celle de nitrate de soude.

C'est seulement pour la case **5** qu'on trouve (tableau II) l'égalité entre l'azote de la récolte et l'azote des eaux de drainage; pour **3** et **4**, il y a plus d'azote entraîné par les eaux qu'utilisé par le blé.

Je croirais volontiers que la douceur de l'hiver 1893-1894, qui a favorisé la nitrification à une époque où généralement son activité est très faible, a déterminé les pertes considérables d'azote nitrique constatées sur **3**, **4** et **5**. On ne peut s'empêcher, quand on les voit aussi notables, de revenir sur l'importance que présente l'analyse des eaux de drainage et d'appuyer sur l'inexactitude des calculs qu'on faisait naguère, quand on croyait pouvoir déduire la richesse du sol de la différence entre les apports des engrais et les prélèvements des récoltes; en réalité, à l'azote enlevé par les végétaux exportés du domaine vient s'ajouter celui qui s'échappe dans les eaux de drainage, et nous voyons, par cette culture de blé de 1893-1894, que l'azote total enlevé atteint 88.3, 100.6 et 93.1 kilos, tandis que les prélèvements des récoltes sont seulement de 43 kil. 8, 42 kil. 5, 46 kil. 5, que par conséquent l'hectare s'est en réalité appauvri d'une quantité d'azote qui surpasse presque de moitié celle que renferment les récoltes.

Si nous combinons les nombres de l'an dernier à ceux de cette année, nous pourrons savoir dans quel état se trouve une terre soumise à l'assolement biennal, betteraves-blé, à la fin de la seconde année, quand elle va recevoir une nouvelle fumure.

PARCELLES	FUMURE en 1893, pour betteraves.	AZOTE de la fumure.	AZOTE disparu en 1892-1893, récolte et drainage.	AZOTE gagné + perdu — en 1892-1893.	AZOTE disparu en 1893-1894, récolte et drainage, blé.	BALANCE azote gagné + perdu — pour les deux ans.
—	—	—	—	—	—	—
		kil.	kil.	kil.	kil.	kil.
3	30.000 kil. fumier . . .	150	80.6	+ 69.4	— 88.3	— 18.9
4	30.000 kil. fumier, 250 kil. nitrate . . .	187.5	78.8	+ 108.7	— 100.6	+ 8.1
5	625 kil. nitrate, 200 kil. superphosphate . . .	93.75	102.0	— 8.52	— 93.1	— 101.6

Ainsi, après une fumure de 30 tonnes de fumier pour betteraves, une bonne récolte de racines, une médiocre récolte de blé, la terre

se retrouve à peu près à son état primitif; quand la fumure a compris, outre du fumier, une dose assez forte de nitrate, il y a eu un léger enrichissement, mais il y a eu au contraire une perte notable quand la fumure a été exclusivement formée de nitrate.

Dans le compte précédent, nous n'avons pas fait entrer les apports d'azote dus à la vesce qui est semée après le blé en culture dérobée, et qui vient ajouter l'azote prélevé sur l'atmosphère à celui qu'apportent les fumures, car les cultures dérobées n'ont été établies qu'à l'automne de 1893 et c'est la récolte de betteraves de 1894 qui en profitera. Quoi qu'il en soit, l'enfouissement en vert de la récolte de vesce aurait eu pour effet de combler la perte de **3**, de diminuer celle de **5** et d'enrichir encore le sol de **4**.

Une fumure moyenne de fumier soutenue par de petites quantités de nitrate de soude suffit pour maintenir en bon état une terre soumise à l'assolement betteraves-blé, et si au lieu de distribuer 30 tonnes de fumier à l'hectare, on en donnait 40, puis qu'en outre une culture dérobée soit enfouie à l'automne, le sol s'enrichirait. C'est là ce qui a lieu dans notre région septentrionale, dont les rendements se sont beaucoup accrus depuis que la betterave y est universellement cultivée.

Il est un point sur lequel on ne saurait trop insister, c'est que la teneur en azote d'un sol n'est que médiocrement influencée par l'abondance des récoltes; ses pertes sont au contraire directement liées à l'activité de la nitrification que provoquent les conditions climatériques et les façons que le sol a reçues. Ce sont ces conditions et ces façons qui déterminent la quantité de nitrates produits, leur formation est tout à fait indépendante de la végétation qui couvre le sol; les végétaux profitent des nitrates formés, nous avons reconnu que, même pendant l'hiver, les racines s'en emparent et si l'activité de la nitrification coïncide avec le développement de la plante et que les autres conditions saisonnières soient favorables, les récoltes sont abondantes; mais, quand la terre est découverte ou encore que, par suite d'une nourriture minérale insuffisante, la végétation languit, les nitrates ne s'en forment pas moins, seulement au lieu d'être utilisés, ils sont entraînés par les eaux de drainage.

En somme, les nitrates formés se partagent toujours dans une terre couverte de végétaux entre ces végétaux et les eaux de drainage : en s'emparant des nitrates, en réduisant par la transpira-

tion le volume des eaux qui traversent le sol, une végétation vigoureuse diminue la part des eaux de drainage ; quand au contraire les plantes se développent mal, ou *à fortiori* quand la terre reste découverte, l'entraînement, ainsi que le montre le tableau II, devient considérable.

Les cases **6**, **7** et **8** ont porté des betteraves ; la sécheresse du printemps de 1893 leur a été fatale, la récolte est bien inférieure à celle de l'année précédente. La très forte fumure de fumier de ferme donnée à **6** ne lui a pas été favorable, on n'a recueilli que 19 tonnes de betteraves à sucre, ce qui est une des récoltes les plus faibles que nous ayons jamais constatées. Sur la case n° **7**, qui a reçu seulement la valeur de 15 tonnes de fumier et de 100 kilos de nitrate de soude, la récolte a été un peu meilleure, elle s'est élevée à 26 tonnes, comme celle de **8** ; cette dernière case n'avait pas reçu de nitrate de soude, on a voulu savoir si en prodiguant les façons on pourrait se passer de nitrate et, en effet, la récolte est exactement la même que celle de **7**. On remarquera que les eaux de drainage n'ont entraîné que de faibles quantités de nitrates, **7** et **8** notamment, qui ont porté des récoltes passables, ont laissé couler beaucoup moins d'eau que **6**, dont la récolte a été très faible ; nous avons déjà insisté à différentes reprises sur la relation qui existe naturellement entre l'abondance des récoltes et la quantité d'eau qui gagne les drains.

Si on compare dans la colonne du tableau II : azote total enlevé, les nombres inscrits pour les trois parcelles de blé : **3**, **4** et **5** aux trois nombres suivants, **6**, **7** et **8**, qui représentent le prélèvement des betteraves, nous voyons que ces derniers sont les plus faibles, bien qu'ils suivent immédiatement les fumures ; ainsi, contrairement à ce qu'on croit d'ordinaire, la betterave est moins épuisante que le blé, à la condition, bien entendu, que les feuilles et les collets soient enfouis dans les sols qui les ont portés. La quantité d'azote contenue dans la mauvaise récolte de betteraves à sucre des cases en 1893, est à peu près semblable à celle qu'on a calculée pour le blé, mais les pertes par drainage sont beaucoup moindres.

La case n° **15** a porté de l'avoine et du trèfle, et la récolte de grains a été très faible, elle a été seulement de 13 q. m. 75, et on pourrait être étonné du poids considérable de la paille, si on ne savait que du trèfle a été semé dans l'avoine et que ce trèfle, stimulé par les pluies de juillet, abondantes à Grignon pendant l'été

de 1893, s'est très bien développé, son poids s'est ajouté à celui de la paille et l'a élevé jusqu'à 37 q. m. 5; nous n'avons pas pu déterminer exactement les proportions de trèfle et de paille que renfermait le mélange pesé, et on a calculé l'azote d'après la teneur habituelle de la paille d'avoine, par conséquent le nombre inscrit dans la colonne : azote des récoltes, est trop faible, car le jeune trèfle est infiniment plus riche que la paille ; mais comme ce trèfle a certainement prélevé une partie de son azote sur l'atmosphère, grâce aux bactéries des nodosités qui ouvraient ses racines, l'erreur sur l'azote se trouve être diminuée.

Comme ce trèfle a très bien pris, que grâce à la douceur exceptionnelle de l'hiver, il a continué à végéter pendant la mauvaise saison, la perte par le drainge est très faible.

Les cases **17** et **16** portent une jeune vigne qui emprunte peu d'azote au sol, ne transpire encore que faiblement, de telle sorte que les pertes par drainage sont considérables et analogues à celles des terres nues.

Les cases **18**, **19** et **20** ont porté la pomme de terre *Richter's Imperator :* la récolte a été bonne, la sécheresse atteint moins la pomme de terre que la betterave, et le rendement calculé à l'hectare oscille entre 27 tonnes 5 et 30 tonnes de tubercules ; la quantité d'azote de la récolte surpasse celle qu'avait apportée le fumier ; les pertes par drainage ne sont pas très élevées, elles sont à peu près semblables à celles qu'on a observées au-dessous des porte-graines, mais supérieures à celles qu'on a trouvées pour les betteraves à sucre. Nous avons déjà insisté l'an dernier sur ce point qui est de nature à modifier l'opinion régnante au sujet de l'état dans lequel se trouvent les sols qui ont porté des betteraves ou des pommes de terre ; en général une bonne récolte de betteraves prélève plus d'azote sur le sol qu'une récolte de pommes de terre, la betterave est plus exigeante, mais la betterave laisse des résidus : feuilles et collets, qui sont autrement riches que les fanes desséchées de la pomme de terre, et en outre la végétation des racines se prolongeant jusqu'en octobre, retient les nitrates qui se forment habituellement abondamment pendant l'arrière-saison, et tout compte fait, la pomme de terre, moins exigeante que la betterave, laisse cependant le sol plus pauvre qu'il ne l'est quand, après l'arrachage des racines, les feuilles et les collets y sont enfouis.

En 1893, bien que la récolte de betteraves ait été médiocre et la

récolte de pommes de terre bonne, les eaux de drainage écoulées des cases 18, 19 et 20 ont entraîné plus de nitrates que celles des cases 6, 7 et 8 qui ont porté des betteraves à sucre ; le sol, au lieu de s'enrichir, s'est appauvri.

§ 4. — *Résumé et conclusion.*

Quatre cases sont restées, en 1893-1894, en jachère ; or, si on examine la dernière colonne des tableaux I ou II, on voit combien ont été considérables les pertes d'azote dues à l'entraînement des nitrates par les eaux de drainage et on est conduit à blâmer la vieille pratique de la jachère.

Il n'y a guère d'espoir, en effet, de voir l'activité des bactéries fixatrices d'azote compenser les pertes dues à la nitrification ; ce sera seulement, au reste, dans quelques années que nous pourrons établir avec certitude l'influence respective de ces microorganismes fixateurs d'azote ou nitrificateurs agissant en sens inverse ; actuellement, en s'appuyant sur les connaissances acquises, il semble bien que cette pratique de la jachère doive être abandonnée.

Elle était justifiée quand on se bornait à la culture des céréales et qu'on n'employait que de très faibles quantités d'engrais : les champs sur lesquels l'avoine succédait au blé étaient bientôt envahis par les plantes adventices qu'on ne pouvait détruire, car les sarclages, déjà difficiles dans les blés semés en ligne, sont impossibles quand on sème à la volée.

Or, les cultures de blé ou d'avoine salies par les mauvaises herbes se réduisent singulièrement. J'ai essayé à Grignon la culture continue de l'avoine, elle a duré de 1875 à 1882 ; il a fallu y renoncer, tant les dernières récoltes ont été misérables.

Nos pères, qui ne cultivaient guère que du blé ou de l'avoine, pratiquaient la jachère pour nettoyer leurs champs, mais aussi pour une autre raison ; ils avaient peu d'engrais, le fumier, en général assez mal préparé, était la seule matière fertilisante employée, ils avaient donc grand avantage à déterminer dans le sol par un travail très soigné la nitrification des matières ulmiques que les terres renferment toujours ; sans doute, en remuant un sol découvert pendant toute une année, ils perdaient des nitrates, mais ce travail exécuté en temps opportun, car ils pouvaient choisir

l'époque des labours, devait déterminer une nitrification assez active pour se prolonger pendant l'automne et le printemps qui suivaient la jachère, et aussitôt que la terre était emblavée, les pertes de nitrates diminuaient, car nous avons reconnu que pendant l'hiver les terres ensemencées perdent bien moins que les terres nues[1].

L'examen des nombres fournis par l'analyse des eaux de drainage des terres 1 et 13 restées sans culture et sans travail, montre que lorsque la nitrification a été déterminée dans une terre elle persiste pendant longtemps, et on conçoit qu'après l'année de jachère où les façons étaient prodiguées, la terre conservât une certaine puissance de production qui favorisait les récoltes suivantes.

Si les observations précédentes justifient la pratique de la jachère dans les conditions où elle était usitée jadis, si elles expliquent les systèmes de Jethro Tull et du pasteur Smith qui prétendaient remplacer les engrais par un travail très soigné du sol, elles démontrent d'autre part, qu'actuellement, avec les engrais dont nous disposons, la substitution des cultures sarclées à la jachère a marqué un des progrès les plus saillants qu'a faits la pratique agricole pendant le XIX[e] siècle.

Si on consulte la colonne : azote des eaux de drainage, du tableau II, on voit que les quantités de nitrates perdus sont infiniment plus grandes dans les terres en jachère que dans les terres cultivées, que, par exemple, la case 19, qui a fourni une excellente récolte de pommes de terre, n'a pas appauvri le sol plus que la jachère maintenue sur 14, que par suite on a obtenu une quantité notable de matière végétale, tout en laissant le sol dans un état semblable à [illegible] où il s'est trouvé quand il n'a porté aucune récolte.

Le travail du sol peut-il être assez efficace pour diminuer ou même supprimer l'épandage du nitrate de soude ; c'est là une question d'un haut intérêt, que nous aborderons très prochainement, quand nous exposerons les résultats qu'ont fournis les récoltes du champ d'expériences en 1894.

1. Ce volume, p. 24 et 31.

RECHERCHES

RELATIVES A LA COMPOSITION SALINE

DE LA POMME DE TERRE ET DE L'AVOINE

PAR

M. PAGNOUL

Correspondant de l'Institut,
Directeur de la Station agronomique d'Arras.

Ce travail a été entrepris dans le but de rechercher les relations qui peuvent exister entre les matières salines contenues dans la plante et celles qui ont été fournies à l'état d'engrais, et pour reconnaître particulièrement si la soude remplit un rôle quelconque dans la végétation, si elle peut y être admise ou si elle en reste absolument exclue, enfin si sa présence dans le sol peut être considérée comme utile ou nuisible au développement de la plante.

C'est M. Péligot qui le premier a appelé l'attention sur les différences qui existent entre les propriétés de la potasse et de la soude, au point de vue des phénomènes de la végétation. Il a démontré que la soude n'est assimilée que par certaines plantes telles que la betterave et qu'elle n'existe pas dans la plupart des autres plantes cultivées dans une terre ordinaire et dans les conditions normales.

Cependant Wolff obtenait avec l'avoine des plantes portant graines en maintenant leurs racines dans une dissolution ne contenant que de la soude, sans potasse, et Hellriegel obtenait un résultat à peu près semblable en opérant dans un sol qui n'avait également reçu que des sels de soude.

En 1875, des recherches effectuées par Nobbe, Schrœder et Erdmann sur le sarrasin, cultivé dans des dissolutions salines diverses, les conduisaient à cette conclusion que la soude peut être absorbée par la plante, mais qu'elle ne peut remplacer la potasse, dont la présence paraissait nécessaire à l'élaboration de l'amidon par la chlorophylle. Ils admettaient en outre que le chlorure de potassium est la forme sous laquelle la potasse peut agir pour favoriser la migration de l'amidon formé.

M. Dehérain avait également repris vers la même époque cette

étude de l'assimilation de la soude, au moyen de nombreuses expériences faites particulièrement sur le haricot, dont les racines étaient maintenues dans des dissolutions salines diverses. Il a constaté ainsi que les haricots pouvaient absorber la soude dans une dissolution ne contenant que du chlorure de sodium, mais que cette absorption ne pouvait plus être que difficilement constatée si le chlorure ne se trouvait qu'en petite quantité mêlé à d'autres matières salines. Ces expériences, reprises d'une manière variée dans le sable et dans la terre arable, ont toujours conduit aux mêmes résultats : le chlorure de sodium donné seul et à forte dose est absorbé, mais il reste exclu s'il est associé, dans le milieu où il se trouve, à d'autres sels assimilables et plus abondants, comme cela a presque toujours lieu dans la terre arable ordinaire. D'une manière générale, M. Dehérain montre, dans cet important travail, que la composition des cendres d'une plante ne présente aucune fixité absolue, qu'elle dépend plus encore du milieu dans lequel s'enfoncent les racines que de la nature même de la plante, et que cette sélection variable des matières minérales n'est qu'une conséquence des lois ordinaires de la diffusion.

J'ai cherché à obtenir, dans cette même voie, quelques faits nouveaux au moyen d'expériences entreprises en 1893 et en 1894 sur la pomme de terre et sur l'avoine, et dont voici les résultats.

I. — Pomme de terre.

Quelques expériences faites en 1888 sur des pommes de terre cultivées en terre ordinaire, m'avaient fait admettre l'absence complète de la soude dans les organes de la plante. De nouvelles recherches effectuées en 1892 dans un sable siliceux stérile avaient paru indiquer, au contraire, que cette base pouvait être absorbée en petite quantité dans un milieu à peu près dépourvu de potasse et où l'on introduisait des sels de soude. Mais la soude n'avait été déterminée, dans ces recherches, que d'une manière indirecte. Je les ai donc reprises, en 1893, en les étendant à un plus grand nombre de matières salines et en ayant recours, pour la recherche de la soude, à un dosage direct.

Voici le détail de ces expériences.

Un sable siliceux blanc a été introduit dans douze vases cylindriques en grès imperméable ayant chacun une capacité de 25 litres

environ et dont le fond percé de trous était d'abord recouvert de disques en carton d'amiante puis d'une couche de graviers.

L'analyse a donné, pour 100 grammes de ce sable sec :

Carbonate de chaux	0 gr. 00495
Acide phosphorique	0 00232
Potasse	0 00658
Oxyde de fer et alumine	0 11000

Ce sable n'était donc pas complètement dépourvu de potasse, d'acide phosphorique et de chaux, mais il eût été impossible de trouver un sable exclusivement siliceux et remplissant complètement cette condition.

Les vases remplis de ce sable ont reçu les engrais énumérés dans le tableau suivant qui représente en même temps leur disposition relative.

	SÉRIE A LA CHAUX	SÉRIE A LA POTASSE	SÉRIE A LA SOUDE
	1	2	3
Série des chlorures.	Sulfate d'ammoniaque. Chlorure de calcium. Superphosphate de chaux	Sulfate d'ammoniaque. Chlorure de potassium. Phosphate de potasse.	Sulfate d'ammoniaque, Chlorure de sodium. Phosphate de soude.
	4	5	6
Série des sulfates	Sulfate d'ammoniaque. Sulfate de chaux. Superphosphate de chaux.	Sulfate d'ammoniaque. Sulfate de potasse. Phosphate de potasse.	Sulfate d'ammoniaque. Sulfate de soude. Phosphate de soude.
	7	8	9
Série des nitrates	Nitrate de chaux. Superphosphate de chaux.	Nitrate de potasse. Phosphate de potasse.	Nitrate de soude. Phosphate de soude.
	10	11	12
Série des carbonates	Sulfate d'ammoniaque. Carbonate de chaux. Superphosphate de chaux.	Sulfate d'ammoniaque. Carbonate de potasse. Phosphate de potasse.	Sulfate d'ammoniaque. Carbonate de soude. Phosphate de soude.

Trois tubercules de la variété Marjolin et aussi semblables que possible ont été plantés dans chaque vase le 1er avril. Sauf le carbonate de chaux, qui a été préalablement mêlé au sable du n° 10 dans la proportion de quelques centaines de grammes, les autres corps ont été introduits, dans tout le cours de la végétation, à l'état de dissolution titrée, de telle sorte que chaque arrosage introduisait 1 décigramme d'azote sous la forme nitrique ou ammonia-

TABLEAU I. — Expériences sur pommes de terre dans le sable en 1893. — Résultats

	1	2	3	4
	Sulfate d'ammoniaque.	Sulfate d'ammoniaque.	Sulfate d'ammoniaque.	Sulfate d'ammoniaque
	CaCl	KCl	NaCl	CaO, SO^3
	gr. c.	gr. c.	gr. c.	gr. c.
Poids des racines	16	15	21	12
Poids des tubercules	148	440	230	260
Poids de la partie aérienne	116	216	110	120
Poids de la plante entière	280	671	361	392
Poids de la plante entière sèche	45.2	105.3	67.7	71.9
100 de matière sèche ont donné :				
Potasse	1.35	3.92	1.24	1.42
Soude	Traces.	Traces.	0.40	Traces.
Chaux	1.48	0.07	1.17	0.74
Chlore	1.11	2.46	1.24	0.22
Acide sulfurique	0.57	0.42	0.59	1.04
Sels alcalins (en KO,CO^2)	0.04	1.12	0.04	0.03

cale, 1 décigramme d'acide phosphorique et des quantités équivalentes de chaux, de potasse ou de soude.

Le but étant surtout de déterminer la constitution des cendres, les plantes ont été arrachées le 11 juin, après 72 jours de végétation, alors que les tubercules commençaient à se former.

Le nombre des arrosages avait été de 22, c'est-à-dire que l'on avait introduit dans les différents pots qui devaient les recevoir :

Azote	2 gr. 2
Acide phosphorique	2 2
Potasse	7 38
Soude	4 86
Chaux, environ	4 4

Les racines ont été pesées séparément ainsi que les tubercules et les parties aériennes des trois plantes de chacun des vases; le tout a ensuite été partagé en petits fragments et introduit dans une étuve jusqu'à dessiccation suffisante pour pouvoir être broyé et passé au crible. Les douze lots ainsi obtenus représentant les trois plantes complètes ont été conservés dans des flacons bouchés, puis soumis à une analyse dont voici la marche sommaire.

5 grammes ont été complètement desséchés à 105 degrés pour

btenus le 11 juin lorsque les tubercules commençaient seulement à se développer.

5	6	7	8	9	10	11	12
Sulfate d'ammoniaque.	Sulfate d'ammoniaque.	Nitrate.	Nitrate.	Nitrate.	Sulfate d'ammoniaque.	Sulfate d'ammoniaque.	Sulfate d'ammoniaque.
KO, SO^3	NaO, SO^3	CaO	KO	NaO	CaO, CO^2	KO, CO^2	NaO, CO^2
gr. c.	gr. c.	gr. c.	gr. c.	gr. c.	gr. c.	gr. c.	gr. c.
10	10	9	16	20	10	13	9
366	294	230	327	97	270	317	149
147	86	73	165	55	105	136	31
523	390	312	508	172	385	466	209
99.2	82 0	70.6	84.0	25.2	74.8	85.0	47.6
3.37	1.34	1.06	5.58	2.29	1.18	3.50	1.62
Traces.	0.22	0.17	0.26	1.08	0.08	Traces.	0.79
0.36	0.72	1.27	0.79	1.18	1.48	0.62	0.97
0.33	0.28	0.44	0.29	0.23	0.30	0.37	0.35
1.75	0.80	0.42	0.42	0.51	0.76	0.94	0.68
2.55	0.26	0.55	7.76	4.07	0.41	3.66	1.28

avoir l'eau restante. Le résultat de la première dessiccation ayant été également noté, on en a déduit le poids total de l'humidité et celui de la matière complètement sèche.

10 grammes calcinés dans une capsule de platine ont ensuite été traités par l'eau pure. On a filtré dans un ballon de 100 et on a dosé les chlorures sur 40 centimètres cubes de la dissolution à l'aide du chromate de potasse et d'une dissolution titrée de nitrate d'argent. Sur 50 centimètres cubes de cette dissolution, on a dosé l'alcalinité à l'ébullition avec la soude titrée et en employant pour réactif coloré le phénol phtaléine. On a interprété cette alcalinité en carbonate de potasse sur les tableaux qui suivent.

20 grammes ont été également calcinés, puis traités par de l'eau acidulée d'acide azotique, et après ébullition on a filtré dans un ballon de 200. 50 centimètres cubes ont servi au dosage des sulfates, à l'état de sulfate de baryte, 50 au dosage de la chaux par le procédé Albert Lévy, c'est-à-dire en précipitant par l'oxalate, faisant redissoudre dans l'acide azotique et dosant l'acide oxalique de l'oxalate redissous, avec une dissolution titrée de permanganate.

Enfin 50 centimètres cubes de la dissolution acide, correspon-

dant à 5 grammes de matière sèche, ont servi au dosage de la potasse et de la soude. On a ajouté de la baryte pure jusqu'à réaction fortement alcaline, puis, après ébullition et filtration, un excès de carbonate d'ammoniaque. Le liquide, de nouveau porté à l'ébullition et filtré, a été évaporé jusqu'à sec et légèrement calciné. Le résidu ne devant plus contenir que la potasse et la soude, a été additionné d'un peu d'acide chlorhydrique et de bichlorure de platine, évaporé au bain-marie et repris par l'alcool éthéré; le précipité après filtration a été réduit par le formiate de soude suivant la marche ordinaire, et le poids de la potasse a été déduit de celui du platine.

La dissolution alcoolique filtrée ne devant plus contenir, outre les matières volatilisables, que la soude avec l'excès de platine, on obtient la soude en se débarrassant du platine. Pour obtenir ce dernier résultat, c'est-à-dire la réduction du platine, j'ai d'abord eu recours à un courant d'hydrogène mais sans jamais parvenir à obtenir une réduction complète. J'ai alors introduit dans le liquide alcoolique quelques petites lamelles d'aluminium, et j'ai distillé pour régénérer l'alcool; le platine, à la fin de la distillation, était généralement réduit d'une manière complète; s'il se présentait encore quelques traces de teinte jaune, une addition de deux ou trois gouttes d'acide chlorhydrique suffisait pour terminer la réduction. Il restait alors à reprendre par l'eau et à précipiter l'alumine avec le carbonate d'ammoniaque pour obtenir après filtration un liquide ne contenant plus que la soude avec des sels ammoniacaux, et pour avoir, par conséquent, la soude seule après calcination. Cependant les nombreux lavages nécessités par l'état gélatineux de l'alumine m'ont obligé à abandonner ce procédé. J'ai alors essayé comme réducteur le formiate d'ammoniaque, et le résultat a été cette fois très satisfaisant. La dissolution alcoolique est additionnée de quelques centimètres cubes d'eau, puis soumise à une distillation qui permet de recueillir complètement l'alcool, j'opère au bain-marie pour éviter toute crainte de rupture du ballon pendant l'opération. De l'eau est ajoutée au résidu, on fait bouillir et on verse peu à peu le liquide dans une capsule où l'on a préalablement introduit quelques centimètres cubes de formiate d'ammoniaque également portés à l'ébullition. La réduction est presque instantanée, on filtre, on évapore à sec, on reprend par l'eau et on filtre de nouveau pour se débarrasser d'un léger trouble qui se produit

encore. On recueille le liquide dans une capsule de platine tarée en ajoutant quelques gouttes d'acide sulfurique, on évapore, on calcine fortement le résidu et on pèse. La soude est ainsi obtenue à l'état de sulfate.

J'ai obtenu le formiate employé en étendant d'eau 10 centimètres cubes d'acide formique, neutralisant par l'ammoniaque, ramenant à l'acidité par quelques gouttes d'acide formique et complétant le volume 100.

Le tableau I contient tous les résultats obtenus. Le tableau II met en regard des principes minéraux fournis à la plante, la proportion de ces mêmes principes retrouvés dans les cendres.

TABLEAU II — Proportions moyennes, p. 100 de matière sèche:

Dans les plantes qui ont reçu:	De potasse.	De soude.	De chaux	De chlorures en Cl.	De sulfates en SO^3HO	De carbonates alcalins en KO, CO^2
De la potasse	4.09	0.07	0.46	0.86	0.88	3.77
De la soude	1.62	0.62	1.01	0.52	0.64	1.41
De la chaux	1.25	0.06	1.24	0.52	0.69	0.26
Des chlorures	2.17	0.10	0.91	1.60	0.53	0.40
Des sulfates	2.04	0.05	0.61	0.28	1.20	0.95
Des azotates	2.98	0.50	1.08	0.32	0.44	4.13
Des carbonates	2.10	0.22	1.02	0.34	0.79	1.78

Les observations suivantes peuvent se déduire des chiffres contenus dans ces tableaux.

Au point de vue du développement de la plante, l'influence favorable de la potasse est manifeste. On trouve, en effet, en prenant les moyennes en matières sèches :

Plantes qui ont reçu de la potasse	93.4
— qui ont reçu de la chaux	65.6
— qui ont reçu de la soude	55.6

Les résultats obtenus l'année dernière présentaient une différence plus grande encore entre les plantes cultivées avec potasse et celles qui n'avaient reçu que de la soude ou de la chaux. La soude ne peut donc pas remplacer la potasse pour la culture de la pomme de terre, mais est-elle absorbable par cette plante? Quoique la soude n'ait pas été dosée dans le sable employé, il est vraisemblable qu'il en contenait des traces au moins équivalentes à celles

qui ont été trouvées pour la potasse ; or dans les plantes qui n'ont reçu ni soude ni potasse, on ne trouve que des quantités nulles ou douteuses de soude, la potasse y est au contraire en quantité très notable.

Dans les plantes qui ont reçu de la soude sans potasse, on trouve il est vrai des quantités appréciables de soude, mais encore une quantité trois fois plus forte de potasse.

Enfin dans les plantes auxquelles on a donné de la potasse sans soude, la proportion de potasse devient considérable, et celle de la soude reste nulle ou douteuse.

La plante peut donc trouver de la potasse et s'en emparer, dans une terre qui n'en contient que des traces, même en présence de la soude dont elle ne peut d'ailleurs absorber que des quantités très faibles.

Cette pénurie de potasse entraîne un affaiblissement dans la vie de la plante et une diminution du rendement. Le rôle physiologique de la potasse ne peut donc être rempli par la soude, soit à cause de la différence de propriétés de ces deux bases, soit parce que cette dernière ne peut être acceptée par la plante qu'exceptionnellement et dans des proportions insuffisantes.

Dans une terre ordinaire où la potasse se trouve en proportion normale, la plante ne doit pas absorber de quantités appréciables de soude.

Le dernier tableau montre encore que c'est sous la forme de nitrate que la potasse est le plus facilement absorbable, mais qu'il en est de même pour la soude et pour la chaux.

II. — Avoine.

Les douze pots remplis de sable, qui avaient servi en 1893 aux expériences précédentes sur la pomme de terre, ont été laissés à l'air libre et ont reçu les eaux de pluie pendant toute la durée de l'hiver. Le 20 mars on y a semé de l'avoine. Le 1er avril, la levée était bonne et uniforme partout. Des arrosages ont alors été effectués avec les dissolutions qui avaient été employées pour la pomme de terre, comme l'indique la disposition représentée ci-dessus, page 469. 20 arrosages ont été effectués, c'est-à-dire que chaque pot a reçu ainsi, jusqu'à la fin de l'expérience, 2 grammes d'azote à l'état nitrique ou ammoniacal, 2 grammes d'acide phosphorique

et des quantités équivalentes de chaux, de potasse ou de soude, sur les pots qui devaient recevoir ces bases.

Le 23 avril, le 2 mai et le 17 mai, on enlève sur chacun un même nombre de plantes, et le 28 mai on termine l'expérience en enlevant ce qui reste. Toutes les pesées sont faites aussitôt après ces prélèvements, sur les plantes privées de leurs racines, et on en conclut le poids moyen d'une plante.

Le tableau III renferme tous les résultats obtenus ainsi que le poids total des plantes venues sur chaque pot. Chacun des lots a ensuite été séché séparément, d'abord à l'air libre, puis à l'étuve, pulvérisé et conservé en flacons bouchés.

Le 25 avril, les extrémités des feuilles commencent à se faner sur les pots 1, 2, 3, 4, 5, 6 qui ont reçu l'azote à l'état ammoniacal, mais beaucoup moins cependant sur 2 et 5 qui ont reçu de la potasse. Cet état s'accentue de plus en plus, surtout sur 1 et 4 qui reçoivent de la chaux. Le 28 mai, les plantes de ces pots 1 et 4 se dessèchent et sont tellement chétives qu'il devient manifeste que leur végétation s'arrêtera bientôt, ce qui oblige à mettre fin à l'expérience.

Le tableau des résultats met surtout en évidence l'influence considérable de la potasse. En représentant en effet par 100 le rendement des plantes qui ont reçu cette base, on trouve :

Plantes qui ont reçu de la potasse	100
— qui ont reçu de la soude.	71
— qui ont reçu de la chaux.	43

Mais une observation importante se présente ici. Pour la pomme de terre, les plantes à la soude occupaient le troisième rang, avec une grande infériorité. Pour l'avoine, elles occupent le second rang, et ce sont les plantes qui n'ont reçu ni potasse, ni soude qui viennent en troisième ligne, avec une infériorité plus grande encore. On peut donc supposer que la soude a pu ici, jusqu'à un certain point, remplacer la potasse dans son rôle physiologique ; or, c'est en effet ce que paraît confirmer l'analyse des cendres dont nous allons parler.

On a réuni, après dessiccation, les plantes qui avaient reçu de la potasse, celles qui avaient reçu de la soude et celles qui avaient reçu de la chaux et on a dosé sur chacun de ces trois lots l'azote, la potasse, la soude, la chaux et l'acide phosphorique.

TABLEAU III. — Expériences sur

	1 Sulfate d'ammoniaque. CaCl	2 Sulfate d'ammoniaque. KCl	3 Sulfate d'ammoniaque. NaCl	4 Sulfate d'ammoniaque. CaO, SO^3
	gr. c.	gr. c.	gr. c.	gr. c.
Poids moyen d'une plante :				
Le 23 avril	0 09	0 22	0 16	0 09
Le 2 mai	0 11	0 48	0 30	0 14
Le 17 mai	0 17	1 33	0 57	0 28
Le 28 mai	0 48	2 40	1 36	0 54
Poids total des plantes enlevées	35 8	173 9	100 5	40 4

Ces dosages ont été effectués, pour les cendres, en suivant la marche indiquée plus haut pour la pomme de terre ; pour l'azote, par la méthode Kjeddhal.

Le tableau IV ci-après donne les résultats obtenus.

TABLEAU IV — Résultats obtenus avec les plantes qui ont reçu :

	De la potasse.	De la soude.	De la chaux.
	gr. c.	gr. c.	gr. c.
Poids total des plantes enlevées	716 2	508 8	311 7
Poids relatifs	100	71	43
Composition des cendres pour 100 de matière sèche:			
Potasse	7.001	1.192	0.934
Soude	0.000	4.585	0.920
Chaux	0.634	0.682	1.956
Acide phosphorique	3.043	1.983	1.300
Azote	4.82	4.62	4.48

Ces résultats sont fort différents de ceux qui ont été obtenus avec la pomme de terre.

avoine dans le sable en 1894.

5	6	7	8	9	10	11	12
Sulfate d'ammoniaque. KO, SO^3	Sulfate d'ammoniaque. NaO, SO^3	Nitrate de chaux.	Nitrate de potasse.	Nitrate de soude.	Sulfate d'ammoniaque. CaO, CO^2	Sulfate d'ammoniaque. KO, CO^2	Sulfate d'ammoniaque. NaO, CO^2
gr. c.	gr. c.	gr. c.	gr. c.	gr. c.	gr. c.	gr. c.	gr. c.
0 17	0 14	0 13	0 26	0 22	0 14	0 17	0 18
0 31	0 23	0 23	0 64	0 42	0 33	0 41	0 31
0 85	0 51	0 80	1 57	1 11	1 00	1 60	1 71
1 87	1 10	1 50	2 96	2 41	2 00	3 05	3 12
122 5	86 5	98 4	195 5	189 4	137 1	224 3	182 4

Les plantes auxquelles on a donné de la potasse contiennent encore cette base en quantité très forte, plus forte même que dans la pomme de terre, et la soude y est complètement absente.

Mais dans les plantes qui ont reçu la soude, on retrouve cette base en proportion très notable, tandis qu'il n'y en avait que des traces dans la pomme de terre cultivée dans les mêmes conditions.

Enfin, les plantes qui n'ont reçu ni potasse ni soude renferment une quantité encore très appréciable et à peu près égale de ces deux bases.

Il faut donc conclure de ces résultats que l'avoine, comme le plus grand nombre des plantes, n'absorbe pas la soude lorsqu'elle se trouve dans un milieu qui peut lui fournir de la potasse en quantité suffisante, mais qu'elle l'accepte lorsque la potasse lui fait défaut et que, dans ce cas, la soude en se substituant à la potasse, peut aussi remplir un rôle utile au développement de la plante.

Le dosage de l'acide phosphorique, que nous avons effectué pour les trois lots d'avoine, présente aussi quelque intérêt. Sa proportion s'accroît avec celle des alcalis et le rendement de la plante en poids varie presque exactement dans le même rapport que sa richesse en acide phosphorique.

Ces résultats mettent bien en évidence le rôle important de l'acide phosphorique et semblent indiquer en même temps que son assimilation par la plante doit se faire d'une manière plus facile ou plus efficace sous la forme de phosphates alcalins et surtout de phosphate de potasse que sous la forme de phosphate de chaux.

Quant à l'azote, sa proportion est à peu près la même pour les trois lots, ce qui montre une fois de plus qu'il n'existe dans la constitution de la plante aucun rapport constant entre l'azote et l'acide phosphorique.

Enfin je signalerai encore une observation particulière faite sur les plantes des nos 8 et 11.

Le nº 8 reçoit du nitrate de potasse et du phosphate de potasse.

Le nº 11, du sulfate d'ammoniaque, du carbonate de potasse et du phosphate de potasse.

Les plantes du 8 ont d'abord été supérieures à celles du 11 ; puis, tout en atteignant la même hauteur, elles sont devenues faibles et jaunissantes, tandis que les feuilles du 11 étaient plus rigides et d'un vert plus sombre.

Pour rechercher la cause de cette infériorité, on a soumis à une analyse spéciale une portion du dernier prélèvement des plantes 8 et 11. Le dosage de l'azote total a d'abord donné pour cent de ces deux récoltes à l'état sec :

3.87	2.95

Le jaunissement des feuilles ne paraissait donc pas ici devoir être attribué à un défaut d'azote, mais ayant ensuite déterminé l'azote existant spécialement sous la forme nitrique, nous avons obtenu :

0.675	0.156

Enfin en portant préalablement à l'ébullition avec de l'eau légèrement acidulée d'acide acétique afin d'enlever tout azote soluble, en retenant la matière protéique, les chiffres ont été :

1.96	2.17

Donc le nº 8, tout en contenant une plus forte proportion d'azote total, s'en était réellement assimilé une proportion moindre.

Enfin le dosage de l'acide phosphorique a donné :

1.312	2.160

Cette richesse plus grande en acide phosphorique, due peut-être

à la présence du carbonate de potasse, est sans doute la principale cause de la supériorité du n° 11. L'azote nitrique trop rapidement absorbé par les plantes du n° 8 a pu manquer des éléments ou des conditions nécessaires aux transformations qu'il devait subir pour faire partie constituante de la plante. Le jaunissement des feuilles peut donc tenir, non seulement à un défaut d'azote, mais aussi aux difficultés que peut rencontrer son assimilation par la plante.

REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

Chimie agricole.

Fixation de l'azote gazeux par les microorganismes, par M. S. WINOGRADSKY[1]. — Les études relatives à la fixation de l'azote gazeux par les microorganismes annoncée par M. Berthelot, il y a une dizaine d'années, ont fait, dans ces derniers temps, des progrès décisifs. Nous avons indiqué, dans le volume précédent, les efforts qu'a faits M. Berthelot pour isoler les espèces microbiennes capables de fixer l'azote, et nous devons, maintenant, analyser rapidement les recherches décisives qu'a exécutées, sur ce sujet, M. Winogradsky, à qui on doit déjà, comme chacun sait, la découverte des ferments nitreux et nitriques.

Une solution sucrée additionnée de phosphates ensemencée avec les ferments de la terre éprouve, comme nous l'avons observé, M. Maquenne et moi, dès 1881, une fermentation énergique[2], M. Winogradsky a employé également comme matière fermentescible le sucre, il y a ajouté des sels minéraux, mais les liquides ont été rigoureusement privés d'azote combiné; la fermentation s'est produite cependant avec formation d'acide butyrique, d'acide acétique et d'hydrogène, mais le nombre des espèces microbiennes capable de vivre dans ces conditions est restreint.

On n'en trouvait que trois : un grand bacille portant souvent des spores, se réunissant en masses zoogléiques mamelonnées, paraissait très vigoureux, bien différent des deux autres espèces, montrant un aspect de souffrance non douteux.

Les premiers dosages ont eu lieu avec ces cultures impures, les gains d'azote ont été sensibles, ils se sont parfois élevés à 14 milligrammes.

Plus récemment[3], avec ces mêmes cultures impures, les gains ont été encore plus notables. Toutes ces cultures ont été faites avec du dextrose, auquel on ajoutait parfois des quantités variables d'azote sous forme de sulfate d'ammoniaque. Cette introduction en quantité très faible a été tout

1. *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1385.
2. *Annales agronomiques*, t. IX, p. 6.
3. *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 353.

à fait favorable quand les quantités ajoutées ont été très faibles, le gain a pu atteindre 24 milligr. 4.

Pour isoler le bacille qu'on croyait être l'agent de la fixation de l'azote, on a recours à la méthode de M. E. Roux, culture dans le vide en tubes scellés à la lampe sur des tranches de carotte comme milieu solide.

Ensemencé alors à l'état de pureté dans les liquides sucrés et exposé à l'air en couches minces, le bacille a refusé de croître. Toutes les cultures restaient indéfiniment stériles; mais, si l'on introduisait les deux autres bacilles avec lesquels le microbe fixateur d'azote était mélangé dans les cultures impures ou même quelque mucédinée vulgaire, la fermentation et le développement du bacille spécifique commençaient bientôt.

« C'est là une condition que ce bacille, répandu dans le sol, y trouve partout réalisée et il me semble que ce fait jette un jour nouveau sur les causes du pullulement des anaérobies vrais dans un milieu aussi bien aéré que la terre. Le caractère anaérobie du bacille est encore démontré parce qu'il fait fermenter la glucose à l'abri de l'air, à condition d'ajouter un peu d'azote ammoniacal.

« Dès lors, pour provoquer la fixation de l'azote gazeux par ce microbe, à l'état de pureté, on a dû s'arrêter aux conditions de culture suivantes : liquide sucré exempt d'azote combiné, en couches peu profondes et en contact avec une atmosphère d'azote pur. La croissance et la fermentation dans ces conditions sont des plus énergiques.

« Je ne citerai ici que deux expériences de ce genre avec des doses plus fortes de glucose.

		1	2
Dextrose (en grammes)		20.0	20.0
Azote (en milligrammes)	initial	0.0	0.0
	gain	28.0	24.7

« Aux propriétés de ce bacille j'ajouterai qu'il ne se développe ni dans le bouillon, ni dans la gélatine.

« Quant aux produits de la fermentation de la glucose, les principaux sont : les acides butyrique, acétique et l'hydrogène.

« Je ferai remarquer surtout que les gaz de fermentation sont très riches en hydrogène, ils en contiennent quelquefois jusqu'à 70 p. 100.

« En terminant, je ne puis m'empêcher de souligner les quelques indications sur les caractères des phénomènes de la fixation de l'azote gazeux qui se dégagent de l'ensemble de faits observés. Pour les résumer en peu de mots, je dirai que dans notre cas le phénomène apparaît comme l'effet de la rencontre de l'azote gazeux et de l'hydrogène naissant au sein du protoplasma vivant et il est permis de supposer que la synthèse de l'ammoniaque pourrait en être le résultat immédiat. »

Sur la présence de plusieurs chlorophylles distinctes dans une même espèce végétale, par M. Etard[1]. — Quand on traite les feuilles par un dissolvant neutre comme le sulfure de carbone, on en extrait d'abord des alcools

1. *Comp rendus*, CXIX, p. 289.

élevés mono ou pluriatomiques. Ces alcools cristallisés et incolores retiennent, avec une extrême ténacité, la chlorophille par voie de teinture. On a ainsi des substances vertes cristallisant et recristallisant sans aucune difficulté dans l'acide acétique ou d'autres dissolvants. Ce sont ces corps qui ont reçu les noms d'hypochlorine, puis de chlorophyllane.

De 50 kilogrammes de feuilles sèches provenant de la fauchaison de 500 mètres carrés de luzerne, M. Etard a extrait, par le sulfure de carbone, 800 grammes, soit 6 p. 100; par un nouveau traitement portant sur cet extrait, on a séparé 280 grammes d'un extrait encore complexe, mais déjà riche en pigments verts. Cela représente 0.56 p. 100 de la plante sèche.

En épuisant par l'alcool la plante encore verte après les traitements au sulfure de carbone, la plante se décolore complètement; on sépare l'alcool par distillation et il reste 1 kilogr. 50 d'une sorte de graisse contenant la totalité de la chlorophylle que le végétal retenait encore.

La matière verte provenant des solutions alcooliques est parfaitement soluble dans le sulfure de carbone; si celui-ci n'a pu l'enlever aux corps chlorophylliens pendant les premiers traitements, cela montre qu'elle y est retenue sous forme de combinaison et qu'elle est de nature différente de celle qui s'est dissoute dès le début.

Il résulte de ces dosages qu'il n'y a pas de plus de 20 kilogrammes de matière colorante dans un hectare de luzerne; en poids, la luzerne vivante est colorée par environ 30 milligrammes de pigment vert au kilogramme.

M. Etard a réussi à isoler de l'extrait sulfocarbonique une première chlorophylle de la luzerne, amorphe, de consistance molle, à reflets bleuâtres, elle est puissamment colorante. Elle répondrait à la formule $C^{28}H^{45}AzO^{4}$, elle renfermerait, par conséquent, 3 p. 100 d'azote environ.

Sur l'augmentation des récoltes par l'injection dans le sol de doses massives de sulfure de carbone, par M. Aimé Girard[1]. — Cette augmentation est considérable, de près de moitié pour le blé, d'un tiers pour les pommes de terre, elle a atteint 67.24 p. 100 de matière sèche pour la seconde coupe de trèfle; l'action du sulfure de carbone ne pouvait pas se porter sur les microorganismes, car les racines de trèfle étaient couvertes de nodosités à bactéries.

« Jusqu'à nouvelles recherches, je suis porté, dit l'auteur, à considérer l'action du sulfure de carbone comme s'exerçant principalement sur les insectes qui, les uns à l'état adulte, comme les courtilières, les autres à l'état de larves, comme les taupins, les carabes bossus, etc., blessent et coupent, pour subvenir à leur alimentation, les radicelles nécessaires à la végétation des plantes.

La pratique de la sulfuration à doses massives apporte à l'appui de cette manière de voir des faits saisissants. Au fur et à mesure que le sulfure de carbone est injecté dans le sol, on voit, en effet, des légions d'insectes, aussi bien de ceux qui vivent à la surface que de ceux dont la vie est souterraine qui, fuyant les vapeurs du sulfure, courent éperdus sur le terrain pour

1. *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 1078.

bientôt y succomber. Il n'est pas jusqu'aux lombrics qui, pour échapper au poison, remontant à la surface, n'y meurent au bout de quelques instants.

Les doses employées par l'auteur sur de petites surfaces entraîneraient des dépenses hors de toute proportion avec les bénéfices à en obtenir. Mais il reste à chercher si, à doses moindres, l'injection de sulfure de carbone ne deviendrait pas avantageuse.

Sur le mode de distribution des engrais, par M. Prunet[1]. — L'auteur revient sur une question déjà abordée à diverses reprises, notamment en Belgique, par M. Petermann[2]; en France, par M. Schlœsing[3]. L'auteur emploie, pour la culture de la pomme de terre, comme engrais, à l'hectare : 150 kilogrammes de nitrate de soude, 150 kilogrammes de sulfate de potasse et 300 kilogrammes de superphosphate minéral; les parcelles I d'un terrain en coteau ou d'un terrain en plaine sont restées sans engrais, dans les parcelles II l'engrais fut soigneusement mélangé au sol et les tubercules plantés en billon. Dans les parcelles III, la terre fut billonnée, les tubercules placés au fond des billons et à côté d'eux sur une ligne parallèle, on répandit l'engrais; le tout fut recouvert de terre.

Les rendements à l'hectare furent les suivants :

		Tubercules.	Matières sèches.	Matières azotées.	Fécule.
Terre de coteau.	Parcelle I...	15.216	4.367	289	3.469
	— II...	20.540	5.176	518	3 985
	— III...	23.252	6.092	581	4.743
Terre de plaine.	Parcelle I...	18.350	5.432	371	4.149
	— II...	21.380	5.537	547	4.297
	— III...	23.150	6.297	586	4.954

La localisation de l'engrais a donc été favorable.

Physiologie végétale.

Sur la germination du grain de pollen et la nutrition du tube pollinique, par M. J.-R. Green[4]. — Dès 1871, Van Tieghem avait fait ressortir l'analogie qui existait entre la manière d'être du grain de pollen déposé sur le stigmate et la germination des spores des lycopodiacées, et avait comparé le tube pollinique au prothalle dépourvu de chlorophylle de certaines fougères. Le développement du pollen se fait aux dépens des matériaux de réserve contenus dans le grain et dans les tissus du style ; au cours de cette germination ces matières de réserve éprouvent diverses transformations, en même temps, comme l'a montré Mangin, la respiration devient plus active.

1. *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 653.
2. *Annales agronomiques*, t. X, p. 241.
3. *Comptes rendus*, t. CXV, p. 698 et 768.
4. *Transactions of the royal Society*, 1894, vol. CLXXXV.

D'après ces analogies entre la germination du grain de pollen et celle des graines, on doit trouver dans l'un et dans l'autre des ferments solubles. Van Tieghem en effet, avait constaté l'interversion du sucre de canne par le pollen de différentes plantes, même en présence du chloroforme, et Strassburger avait indiqué que le pollen renfermait : une diastase agissant sur l'amidon et une enzyme cytohydrolytique attaquant la cellulose. M. Green a recherché ces ferments solubles dans les grains de pollen de plusieurs plantes.

La méthode employée était celle qui lui avait servi au cours de ses recherches sur la graine du ricin [1] : au moment de la déhiscence des anthères on recueille le pollen et on le broie finement; on peut mettre la poudre directement en contact avec de l'empois d'amidon ou avec une solution de sucre; on peut aussi faire digérer le pollen pendant une vingtaine d'heures dans une solution de sel marin à 5 p. 100 (de préférence à la glycérine) et rechercher les enzymes dans cet extrait. Le développement des bactéries est empêché par la présence d'un peu de chloroforme ou d'essence de cannelle, ou par l'addition de 2 p. 1000 de cyanure de potassium.

En appliquant ces méthodes, de l'invertase a été rencontrée dans le pollen de toutes les plantes examinées, sauf l'*Alnus* et le *Clivia*. La diastase se trouve également dans presque toutes les fleurs; elle paraît semblable à celle que Brown et Morris ont nommée diastase de *translocation*, car elle dissout les grains d'amidon sans les désagréger.

M. Green n'a pu déceler la présence d'une enzyme cytohydrolytique ni d'un ferment agissant sur les matières protéiques [2].

Les quantités de diastase et d'invertase contenues dans le pollen augmentent beaucoup lorsque les grains germent (on détermine ces quantités d'une façon *relative* au moyen de la méthode de Kjeldahl, en faisant agir les extraits sur des solutions d'amidon ou de saccharose et mesurant le pouvoir réducteur qu'acquièrent les liquides; les poids d'oxyde de cuivre réduits sont proportionnels aux quantités de diastase). En plaçant des grains de pollen sur des surfaces humides on les voit émettre le tube pollinique assez rapidement, souvent en quelques heures; l'expérience ne peut être prolongée au delà d'un ou deux jours par suite du développement de microorganismes; on arrête la germination par l'addition d'un antiseptique.

Dans un seul cas, celui du *Lilium pardalinum*, on a constaté une diminution de la quantité de diastase au début de la germination, cette diminution est suivie d'une augmentation. On a trouvé aussi que des grains de pollen de cette même plante qui avaient perdu leur faculté germinative renfermaient beaucoup moins de diastase que des grains encore bien vivants.

1. *Annales agronomiques*, 1892, t. XVIII, p. 448.

2. Comme ces enzymes sont quelquefois difficiles à extraire, d'après M. Green lui-même, il pourrait se faire que ces insuccès, rares pour l'invertase et la diastase, constants pour les ferments qui agissent sur la cellulose ou sur les albuminoïdes, fussent dus à ce que ces corps sont souvent retenus énergiquement par les cellules, ou ne peuvent se diffuser par suite de la présence de tannin. (Voir Brown et Morris.)



Le pollen du *Zamia Skinneri* présente cette particularité qu'il ne contient pas d'amidon, on n'y trouve pas de diastase; ce pollen ne germe pas dans l'eau pure, mais si on le place dans des solutions de saccharose ou de glucose ou mieux de jus de pomme, le sucre est absorbé et il y a formation d'amidon dans le grain, précédant l'émission du tube pollinique; en même temps la diastase apparaît. Elle semble préexister à l'état de zymogène dans le grain de pollen non germé.

Sauf pour le *Zamia* les pollens de toutes les plantes examinées renferment de l'amidon et souvent de la dextrine; du moins au microscope on peut voir des grains se teignant en rouge violet dans le chloral iodé; le pollen renferme en outre fréquemment un ou plusieurs sucres, saccharose, glucose ou maltose.

Lorsque le tube pollinique fait son apparition, des granules d'amidon passent du grain de pollen dans le tube; la coloration avec l'iode, d'abord bleuâtre, devient de plus en plus rouge à mesure que la germination avance, ce qui indique la transformation de l'amidon en dextrine, pour servir probablement au début à la formation de cellulose constituant les parois du tube. Mais ce tube a des dimensions trop grandes pour que sa cellulose provienne uniquement de la faible quantité de matière de réserve contenue dans le grain de pollen; il prend alors de la nourriture dans le style qui renferme, le long du chemin que doit parcourir le tube, de l'amidon, souvent des sucres, mais pas de dextrine. Pour s'assimiler ces subtances, le tube pollinique excrète alors des enzymes, diastase et invertase; le style lui-même contient de la diastase.

L'absorption de matière nutritive se fait généralement avec une telle activité qu'il y a formation temporaire d'une réserve d'amidon dans le tube ou dans le grain de pollen.

En résumé le processus de la germination du pollen semble devoir être le suivant. Le grain tombé sur le stigmate absorbe de l'eau, se gonfle, émet le tube pollinique, et absorbe toute substance nutritive qui se trouve à sa disposition. Il y a digestion intracellulaire des réserves et la proportion de ferment soluble croît, quelquefois après une diminution passagère. Le tube s'enfonçant dans le style se nourrit alors des réserves que celui-ci renferme.

E. Demoussy.

Contribution à la chimie et à la physiologie des feuilles. — L'amidon, les sucres et la diastase des feuilles, par MM. H.-T. Brown et G.-H. Morris [1]. — Les auteurs ont repris les expériences de Sachs [2] sur la formation et la dissolution de l'amidon dans les feuilles. A la méthode employée par le physiologiste allemand pour la recherche de l'amidon en place (traitement par l'eau bouillante, l'alcool, puis l'eau iodée), ils préfèrent celle préconisée par A. Meyer et par Schimper; on décolore de suite les feuilles par l'alcool chaud, puis on les plonge dans une solution concentrée d'hydrate de chloral à laquelle on ajoute un peu d'iode. Cette méthode, moins rapide que celle de Sachs, est beaucoup plus sensible.

1. *Journ. of chem. Soc.*, mai 1893.
2. *Annales agronomiques*, 1884, t. X, p. 314.

Pour étudier la formation et la migration de l'amidon, on a suivi les indications de Sachs. Le poids de matière assimilé est déterminé de la façon suivante : des feuilles saines sont détachées de la plante, chaque feuille est partagée en deux en ayant soin de ne pas entamer la nervure médiane; à l'aide d'un calibre en verre on découpe des surfaces déterminées sur une des moitiés, les morceaux sont séchés et pesés. L'autre moitié est placée à la lumière, le pétiole dans l'eau; dans ces conditions il y a assimilation et les produits formés s'accumulent dans les tissus. Pour mettre fin à l'expérience, on découpe sur cette moitié des surfaces comme précédemment, on sèche et on pèse; on rapporte tous les nombres à un mètre carré de surface de feuilles, l'excès du second chiffre sur celui donné par la portion de feuille tuée au début de l'expérience donne le poids de substance élaborée, dans un temps donné. Par exemple pour de l'*Helianthus*, par un ciel couvert, l'assimilation s'est faite avec une vitesse moyenne de 0 gr. 985 par heure et par mètre carré.

Le même jour on avait fait une autre expérience dans laquelle la moitié vivante de la feuille était laissée adhérente à la plante, de façon que les produits de l'assimilation, au lieu de s'accumuler dans le tissu comme dans la première expérience, pussent passer d'une façon continue dans le pétiole et dans la tige. L'augmentation de poids a alors été seulement de 0 gr. 46 pour neuf heures d'exposition à la lumière, c'est-à-dire de 0 gr. 05 par heure; cette quantité est si faible par rapport à la précédente que l'on peut admettre que toute la matière élaborée a émigré.

Dans des conditions d'éclairement plus favorables (trop rares en Angleterre pour ce genre de recherches), par un ciel à peu près exempt de nuages, on a trouvé que l'assimilation dépassait la migration de 0 gr. 713 par heure et par mètre carré.

Ces résultats concordent avec ceux obtenus par Sachs. Mais il y avait lieu de voir si les nombres obtenus représentent les poids d'amidon formés ou émigrés. Il est exact que l'amidon est le premier produit visible de l'assimilation, mais ce n'est peut-être pas le seul; de plus, il est très probable, comme l'avait pressenti Sachs lui-même, qu'il y a des produits intermédiaires, une série de sucres, entre la matière première, l'acide carbonique décomposé et le produit visible, l'amidon; les grains de chlorophylle qui élaborent l'amidon (les *chloroplastes*) doivent fabriquer cette substance dans les conditions normales aux dépens des derniers termes de la série des sucres. Les hypothèses de Bœyer, et les synthèses de Fischer sont d'accord avec cette manière de voir, qui est de plus confirmée par les expériences de Bœhm, Meyer, Laurent et Bokorny sur la formation à l'obscurité d'amidon dans les feuilles aux dépens de divers principes sucrés ou de l'aldéhyde formique.

La méthode employée par M. Brown et Morris pour la détermination exacte de l'amidon est due à O'Sullivan. Les feuilles doivent être tuées aussitôt après avoir été cueillies; si la dessiccation est lente, il y a perte sensible d'amidon, ce que montrent des essais au chloral iodé. On peut les soumettre à l'action des vapeurs de chloroforme, ou les maintenir quelque temps dans de l'alcool avant de les sécher vers 75 degrés. Les feuilles sèches et pulvérisées sont traitées par de l'éther dans un appareil à épuisement jusqu'à ce

que l'éther passe incolore. La matière ainsi traitée est séchée puis mise en digestion à 40 degrés, pendant vingt-quatre heures, dans de l'alcool à 80 p. 100; cette opération est répétée une seconde fois et on termine par des lavages à l'alcool chaud; il est inutile de laver ensuite à l'eau. Après dessication le résidu est additionné d'un peu d'eau chaude et mis au bain-marie quelque temps pour bien transformer tout l'amidon en empois; on laisse refroidir jusque vers 50 degrés, on ajoute un peu de diastase et on laisse la saccharification se faire pendant deux heures vers 50 ou 55 degrés. On porte à l'ébullition, le liquide est filtré et amené à un volume déterminé; on mesure alors le pouvoir rotatoire au polarimètre et le pouvoir réducteur au moyen de la liqueur de Fehling. Avec ces données il est facile de calculer les poids de maltose et de dextrine produits par l'hydrolyse et par suite la quantité d'amidon contenue dans les feuilles.

Voici un exemple qui donne une idée de l'exactitude de la méthode.

Des feuilles de *Tropæolum majus* (capucine) furent cueillies à la fin d'une belle journée et rapidement séchées vers 75 degrés; deux lots de 10 grammes furent alors épuisés par l'éther et l'alcool comme il a été indiqué. L'échantillon A a été traité par un peu de diastase préparée qui, pour l'échantillon B, a été remplacée par un extrait aqueux de malt; chaque liquide a été amené à occuper un volume de 144 centimètres cubes.

Expérience A. — Déviation au polarimètre pour un tube de 10^{cm} : 1 div. 9. 100 centimètres cubes de liquide réduisent 0 gr. 532 d'oxyde de cuivre; 0 gr. 532 de CuO correspondent à 0 gr. 395 de maltose.

Cette quantité de maltose produirait une déviation de 1 div. 54 de l'échelle du polarimètre; par suite 1.9 — 1.54 ou 0 div. 36 sont dues à la dextrine et correspondent à 0 gr. 064 de dextrine.

10 grammes de feuilles ont donc donné:

0 gr. 395 $\times \frac{144}{100}$ ou 0 gr. 5688 de maltose, correspondant à 0 gr. 5486 d'amidon.

0 gr. 064 $\times \frac{144}{100}$ ou 0 gr. 0922 de dextrine, correspondant à 0 gr. 0022 d'amidon

et contiennent. . . . . 0 gr. 6408 d'amidon.

Dans l'*expérience B*, on a trouvé qu'il ne s'était pas formé de dextrine; le poids de maltose provenant de l'amidon était de 0 gr. 6912, correspondant à 0 gr. 6545 d'amidon. On a donc trouvé dans un cas 6.408 d'amidon pour 100 de feuilles sèches, et dans l'autre 6,545.

Au moyen de ce procédé, MM. Brown et Morris ont déterminé la quantité d'amidon qui disparaît des feuilles à l'obscurité; les nombres suivants se rapportent à des feuilles de capucine:

		AMIDON p. 100 de feuilles sèches.	AMIDON par mètre carré de feuilles.
A.	Feuilles fraîchement cueillies	6.505	1.756
	Feuilles maintenues 63 heures à l'obscurité, l'extrémité dans l'eau	2.055	0.554

		AMIDON p. 100 de feuilles. sèches.	AMIDON par mètre carré de feuilles.
B.	Feuilles cueillies à la fin d'une assez belle journée.	3.693	0.997
	Les mêmes feuilles après 24 heures de séjour à l'obscurité.	2.980	0.804
C.	Feuilles cueillies à la fin d'une très belle journée.	5.425	1.464
	Les mêmes feuilles après 24 heures de séjour à l'obscurité.	0.906	0.244

Les auteurs ont trouvé que 1 mètre carré de feuilles de *Tropæolum* présentait une augmentation de poids de 7 gr. 2 pour une période d'insolation de 8 heures, l'assimilation dépassait donc la migration de 0 gr. 9 par heure et par mètre carré. En comparant ce résultat avec les nombres cités plus haut pour l'amidon, on voit que le poids de cette substance contenu à un moment quelconque dans la feuille n'est qu'une faible fraction du poids de matière élaborée pendant une journée d'été.

Ce fait est peut-être encore plus évident pour des feuilles d'*Helianthus annuus*.

Le 23 août, par une assez belle journée, à cinq heures du matin, des surfaces déterminées furent découpées sur des moitiés de feuilles, les autres moitiés furent laissées adhérentes à la plante jusqu'à cinq heures du soir, on y découpa alors des surfaces comme sur les premières ; on détermina le poids de matière sèche et l'amidon.

	POIDS de 1 mq. de feuilles sèches.	AMIDON p. 100	POIDS d'amidon par mètre carré.
A 5 heures du matin	50.006	2.01	1.05
A 5 heures du soir	58.666	4.19	2.45
Augmentation pour 12 heures	8.560	2.18	1.40
Augmentation par heure	0.713	0.18	0.12

D'autre part, une expérience faite en même temps sur des feuilles coupées montrait que le poids de matière assimilé dépassait 12 grammes par mètre carré. On voit la différence énorme qui existe entre l'augmentation du poids de la feuille et l'accroissement de la quantité d'amidon. Si donc l'idée de Sachs est juste, à savoir que tous les produits d'assimilation passent à un moment à l'état d'amidon, la formation et la dissolution de cette substance doivent se faire avec une très grande vitesse. Mais il n'est pas du tout démontré que l'amidon est un intermédiaire nécessaire entre les sucres d'assimilation et les sucres de migration; MM. Brown et Morris sont portés à croire que l'amidon n'est élaboré dans la cellule que lorsque la proportion de matières nutritives dépasse les besoins de la cellule, et que la plupart des produits de l'assimilation ne passent pas par l'état d'amidon.

La diastase dans les feuilles. — Brasse[1] a nettement montré la présence

1. *Annales agronomiques*, t. XII, p. 200.

d'une diastase dans les feuilles de différentes plantes. Ses résultats ont été contestés par Wortmann qui nie que la diastase joue un rôle quelconque dans la dissolution de l'amidon des feuilles. Les expériences de M. Brown et Morris prouvent avec la plus grande netteté l'existence de la diastase dans les feuilles, mais malheureusement n'élucident pas encore le mécanisme de la dissolution de l'amidon.

Ces auteurs ont constaté que les produits de transformation de l'amidon sous l'influence de la diastase extraite des feuilles sont identiques à ceux que forment, dans les mêmes conditions, la diastase extraite du malt. Avec des feuilles de capucine et de pois, l'amidon a été transformé en dextrine et en maltose que l'on a pu isoler. La saccharification ne paraît pas aller au delà du terme maltose; les propriétés d'une solution de ce sucre ne sont pas modifiées par un contact prolongé avec des feuilles de *tropœolum*. Par contre, le sucre de canne est partiellement interverti.

Il est pratiquement impossible de déterminer la quantité de diastase qui se trouve dans un tissu animal ou végétal, mais Kjeldahl a montré que cette quantité était proportionnelle au pouvoir réducteur, vis-à-vis la liqueur de Fehling, que prend une solution d'amidon soumise à l'action de la diastase; on peut ainsi avoir des nombres comparables en opérant toujours dans des conditions identiques.

MM. Brown et Morris ont déterminé l'activité diastasique d'un grand nombre de feuilles d'espèces différentes, les chiffres qu'ils donnent représentent le nombre de grammes de maltose que 10 grammes de feuilles supposées sèches peuvent produire en quarante-huit heures à 30 degrés dans une solution d'amidon soluble. Pour les pois on a 240.3, c'est la plante la plus active; au bas de l'échelle on trouve l'*Hydrocharis Morsus-ranœ* avec 0.267. Les feuilles des légumineuses sont particulièrement riches en diastase; le lupin fait exception; mais les auteurs ont remarqué que la présence de tannin empêche la diffusion des enzymes, de sorte qu'une feuille peut contenir une assez forte proportion de diastase, tout en n'exerçant qu'une faible action sur une solution d'amidon. C'est le cas du lupin et du houblon.

Les *Liliacées* sont pauvres en diastase; peut-être y a-t-il là une relation avec ce fait que les plantes de cette famille sont toutes très pauvres en amidon, quelques-unes même n'en contiennent jamais.

Les feuilles d'*Hydrocharis* élaborent de l'amidon avec une très grande activité et n'ont qu'un faible pouvoir diastasique; cela est probablement dû à la présence du tannin empêchant la diffusion de la diastase. Ce cas étant mis à part, les feuilles de toutes les plantes renferment beaucoup plus de diastase qu'il n'en faut pour transformer rapidement l'amidon qu'elles peuvent contenir.

La proportion de diastase dans les feuilles varie beaucoup suivant le moment où la détermination est faite; elle augmente à l'obscurité. Des morceaux de feuilles de capucine ont été tués par le chloroforme et séchés; le pouvoir diastasique correspondait à 2.16; pour d'autres morceaux la dessiccation à l'air a été faite sans qu'il y ait eu traitement préalable par le chloroforme, on trouva 3.68, soit une augmentation de 70 p. 100 de la quantité de diastase; on voit qu'il est indispensable de tuer immédiatement les feuilles

par le chloroforme si l'on veut connaître la proportion de diastase existant un moment donné [1]. Enfin, un troisième lot fut maintenu dix-huit heures à l'obscurité, les pétioles dans l'eau, puis soumis à l'action des vapeurs du chloroforme et séché; l'activité diastasique correspond à 4.73 en augmentation de 118.5 p. 100. En même temps des essais au chloral iodé firent voir que le second échantillon contenait beaucoup moins d'amidon que le premier, et que le troisième n'en renfermait plus du tout.

Les résultats furent identiques avec des feuilles d'*Hydrocharis*.

Pourquoi y a-t-il accumulation de la diastase lorsque la feuille est maintenue à l'obscurité?

On peut concevoir que le protoplasma des cellules, où l'amidon se montre d'une façon passagère, sécrète une certaine quantité de diastase, et que cette quantité soit constante quel que soit l'éclairement. Tant que l'action chlorophyllienne est assez active pour maintenir un excès d'amidon dans les cellules, la diastase est employée à le dissoudre et ne peut s'accumuler. Dans l'obscurité, l'assimilation ne se faisant plus, l'amidon disparaît, et la diastase n'étant plus utilisée s'accumule dans les tissus. A cela on peut objecter que l'accroissement de la quantité d'enzyme est tout à fait hors de proportion avec les quantités d'amidon dissoutes [2]. De plus, il faudrait admettre qu'il y a constamment formation et dissolution de grains d'amidon dans une même cellule, ce qui est bien conforme aux vues de Sachs, mais qui n'a jamais été constaté jusqu'à présent.

MM. Brown et Morris préfèrent une autre explication. Dans leur travail sur la germination de l'orge [3] ils ont montré que l'embryon ne sécrétait de la diastase que lorsqu'il était obligé de se nourrir aux dépens des matériaux de réserve de l'endosperme; la sécrétion s'arrête lorsque l'on donne à l'embryon des solutions de certains hydrates de carbone; la diastase apparaît lorsque la nourriture soluble fait défaut; son intervention deviendrait alors utile pour solubiliser les hydrates de carbone insolubles. Il en est peut-être de même ici : tant qu'il y a assimilation, les cellules sont pourvues des produits élaborés par l'activité chlorophyllienne, si abondamment, que ne pouvant s'écouler assez rapidement dans les organes de la plante, ils s'y trouvent en excès et cet excès se transforme en partie en amidon. Pendant cette période le protoplasma n'élabore que peu ou pas de diastase. Lorsque la lumière fait défaut les cellules vivantes transforment rapidement ou laissent émigrer les produits directement assimilables, tels que la saccharose, puis commencent à utiliser l'amidon de réserve; c'est à ce moment que la diastase est nécessaire, elle est sécrétée par le protoplasma qui manque d'aliments. A l'appui de cette manière de voir, on peut citer ce fait, que des feuilles ayant flotté dix-huit heures à l'obscurité sur une solution de

1. On ne doit pas employer l'alcool qui altère la diastase.

2. Bœhm et Baranetzky admettent que la diastase disparaît à mesure qu'elle agit sur l'amidon; au contraire O'Sullivan et la plupart des auteurs qui se sont occupés de ces questions sont d'avis que des quantités déterminées d'enzyme peuvent hydrolyser des quantités indéfinies de matière.

3. *Annales agronomiques*, 1892, tome XVIII, p. 230.

dextrose renferment beaucoup d'amidon et bien moins de diastase que des feuilles tuées au commencement de la journée, et surtout que d'autres ayant séjourné dans l'eau pure à l'obscurité.

Wortmann objectait encore que la diastase des feuilles, lorsqu'elle existe, est incapable d'attaquer les grains d'amidon; mais Wortmann filtrait l'extrait aqueux des feuilles ; or, MM. Brown et Morris ont vu que le liquide filtré ne contenait que très peu de diastase qui est retenue par les matières en suspension, il faut employer le liquide trouble; dans une expérience chiffrée celui-ci s'est montré sept fois plus actif que le liquide filtré jusqu'à complète clarification.

En opérant ainsi on peut voir que la diastase des feuilles (*Helianthus*, *Tropæolum*, *Pisum*) attaque bien l'amidon du blé et celui du sarrasin qui ressemble particulièrement à l'amidon des feuilles; l'action sur l'amidon d'orge est beaucoup plus lente. Mais il est curieux de constater que la diastase des feuilles d'une plante donnée n'agit que péniblement sur l'amidon extrait de la même plante; la diastase de *Tropæolum* attaque difficilement les grains d'amidon des feuilles de cette plante; il en est de même pour l'*Hychocharis*, dont l'amidon est cependant facilement dissous par la diastase des feuilles de pois.

Pour démontrer que la dissolution de l'amidon dans les feuilles est indépendante de l'action de la diastase, Wortmann s'appuyait en dernier lieu sur la non-disparition de l'amidon lorsque l'activité vitale du protoplasme était arrêtée en le privant d'oxygène. Il citait également ce fait que des feuilles gorgées d'amidon en renfermaient encore autant après dix-huit heures de séjour à l'obscurité, dans des conditions d'humidité convenables. MM. Brown et Morris ont souvent répété l'expérience, mais avec des résultats tout à fait différents; il y a constamment eu diminution notable de la quantité d'amidon, quoique beaucoup moins rapide que lorsque la feuille demeure attachée à la plante.

Les observations de Wortmann sur la non-disparition de l'amidon, lorsque les feuilles sont plongées dans du gaz carbonique, sont de la plus haute importance et ne peuvent être mises en doute; mais aux conclusions du physiologiste allemand on peut répondre que, dans ces conditions, les cellules ne produisent plus de diastase dont la proportion est minimum lorsque l'amidon est abondant. En outre, les transformations dues à l'activité vitale des cellules ne peuvent plus avoir lieu, et les produits déjà transformés ne peuvent plus voyager, ils s'accumulent alors et s'opposent à l'action de l'enzyme; on sait, en effet, que fréquemment l'action des ferments solubles est comparable à une dissociation, la présence des produits de l'hydrolyse s'oppose à une transformation plus complète.

MM. Brown et Morris ont pensé qu'en tuant la feuille par l'action du chloroforme, le protoplasma devenant perméable, les produits d'hydrolyse de l'amidon pourraient se diffuser au dehors (en faisant flotter les feuilles à la surface de l'eau), et que la diastase agirait alors d'une façon continue. L'expérience n'a pas confirmé cette manière de voir; jamais il n'y a eu disparition de l'amidon, même lorsque l'on s'est arrangé pour que les feuilles continssent beaucoup de diastase et que la dissolution des grains d'amidon fût

commencée avant de les tuer, ce que l'on réalisait en les maintenant préalablement vivantes quelque temps à l'obscurité.

Il faut donc admettre que la disparition des grains d'amidon des feuilles dépend de la vie du protoplasma ; et cependant, lorsque l'on considère la présence constante et abondante de la diastase solidaire de la présence de l'amidon, et les variation périodiques des proportions d'enzyme, variations qui concordent avec l'apparition et la disparition de l'amidon, on ne peut pas se ranger complètement à l'avis de Wortmann et admettre que la dissolution de l'amidon des feuilles peut se faire sans le concours d'une diastase.

Les auteurs ont enfin déterminé la nature des sucres contenus dans les feuilles de capucine, ils ont trouvé uniquement de la saccharose, de la dextrose, de la lévulose et du maltose. Les proportions en sont très variables suivant les conditions de prise des échantillons.

Hydrates de carbone p. 100 de feuilles sèches.

		DANS LES FEUILLES		
		I Cueillies à 5 h. du matin et séchées immédiatement.	II Cueillies à 5 h. du matin et laissées au soleil jusqu'à 5 h. du soir.	III Cueillies à 5 h. du soir et séchées immédiatement.
Amidon		1.23	3.91	4.59
Sucres	Saccharose	4 65	8.85	3.86
	Dextrose	0.97	1.20	0.00
	Levulose	2.99	6.44	0.39
	Maltose	1.18	0.69	5.33
Somme des sucres		9.69	17.18	9.58

Pour les feuilles de II coupées et maintenues au soleil, il y a eu formation et accumulation de beaucoup d'hydrates de carbone qui ne peuvent s'écouler, contrairement à ce qui a eu lieu pour les feuilles de III restées adhérentes à la plante pendant la journée, mais, dans ce dernier cas, la proportion d'amidon est plus forte.

Pour des feuilles maintenues à l'obscurité, l'extrémité dans l'eau, il y a une perte considérable par respiration.

Hydrates de carbone p. 100 de feuilles sèches.

		DANS LES FEUILLES	
		Séchées immédiatement.	Maintenues 24 h. à l'obscurité.
Amidon		5.42	0.90
Sucres	Saccharose	7.33	3.35
	Dextrose	0.00	1.34
	Levulose	2.11	3.76
	Maltose	2.71	1.28
Total des sucres		12.15	9.73
Amidon et sucres		17.57	10.63

La perte totale est de 6.94 p. 100.

Ce sont surtout l'amidon et la saccharose qui disparaissent dans ces conditions. En admettant, ce qui est extrêmement vraisemblable, que la saccharose est intervertie avant de disparaître et que l'amidon est transformé en maltose, on peut calculer les poids des divers sucres qui ont été brûlés par la respiration.

Dextrose. . . .	0.65	p. 100 de feuilles	sèches.
Levulose. . . .	0.34	—	—
Maltose	5.94	—	—
	6.93	—	—

Le maltose et la dextrose sont donc brûlés de préférence.

De ces diverses analyses on peut déduire que la levulose n'est pas un produit direct de l'assimilation, mais provient de l'intervention de la saccharose, il en est de même pour la glucose; d'où cette conclusion assez inattendue que le sucre de canne est le premier sucre formé avec les produits de l'assimilation[1], du moins pour les feuilles de capucine.

L'amidon n'est pas une substance autochtone, mais doit provenir de la saccharose; c'est une réserve passagère dont la forme de voyage est le maltose; quant à la saccharose, elle n'émigre qu'après interversion.

E. Demoussy.

Les pleurs chez les plantes, par M. A. Wieler[2]. — 1. — *L'écoulement de la sève par les plaies.* — Ayant dressé une liste des plantes qui pleurent à la suite de blessures, l'auteur a trouvé 126 espèces appartenant à 95 genres et 47 familles. A ces nombres qu'il a établis d'après des documents étrangers, il ajoute, d'après ses recherches personnelles, 62 espèces qui ne figurent pas dans la première liste; cela fera en tout 188 espèces appartenant à 135 genres et à 65 familles. Il est curieux et nouveau, que les mousses, ainsi qu'un grand nombre de plantes aquatiques (*Nymphæa*, *Myriophyllum*, *Ceratophyllum*, *Hippuris*) peuvent pleurer.

Il est clair que les pleurs sont, du moins chez les phanérogames, un phénomène très répandu, quoiqu'on ne puisse en constater l'existence en tout temps et dans tous les cas.

Ici, les qualités individuelles ont surtout une grande importance, en ce qui concerne le fait même des pleurs aussi bien que la quantité du liquide écoulé. Cela ressort nettement de l'observation directe et des nombreuses contradictions que l'on rencontre en faisant l'étude bibliographique du sujet.

1. Au cours d'une discussion sur ce travail, à la Société Chimique de Londres, M. Green a fait remarquer qu'en même temps qu'il y a formation d'hydrates de carbone il doit y avoir oxydation de l'aldéhyde formique, premier produit de l'assimilation donnant naissance à de l'acide formique et par suite à d'autres acides plus complexes, qui prendraient une certaine part à l'accroissement de poids des feuilles.

2. *Beiträge zur Biologie der Pflanzen*, de J. Cohn, t. VI, 1892. 1er fasc.; — *Bot. Centralbl.*, LV, 178.

2. — *L'émission des gouttes de sève par les plantes intactes.* — La liste des plantes chez lesquelles on a constaté l'émission de gouttelettes de liquide, soit par l'extrémité ou les dents des feuilles, où elle est liée à la présence de stomates aquifères, soit par des points quelconques de la surface du corps, comprend 289 espèces, appartenant à 194 genres et à 63 familles, depuis les champignons jusqu'aux phanérogames. Cette sorte d'écoulement est également très répandue, surtout chez les phanérogames.

3. — *Les pleurs dans les différentes parties des plantes.* — D'une manière générale, c'est le système radiculaire qui est le véritable siège des pleurs. Il reste à voir si d'autres parties de la plante jouissent également de cette faculté d'exprimer unilatéralement le liquide contenu dans leurs cellules. Il ne sert de rien de laisser des tronçons de tige plus ou moins longs en continuité avec la racine ainsi que l'ont fait Baranetzky et Detmer et de recueillir les pleurs qui s'échappent de la section de la tige, car il n'est pas dit le moins du monde que la tige pleure elle-même : elle pourrait bien servir simplement de tube par lequel s'échappent les pleurs provenant de la racine.

Nous avons cependant des observations de Sachs, Pitra, C. Kraus qui démontrent que les parties les plus diverses de la plante « peuvent » pleurer; l'auteur a confirmé ce fait; autre chose est de savoir si et quand elles le font.

La faculté de pleurer ne revient pas à une partie déterminée de la racine; ainsi que l'a montré Kraus, le sommet de la racine n'est pas seul intéressé.

Si nous faisons abstraction des champignons et des mousses, ainsi que des glandes digestives, seul le bois avec ses dérivés et les tissus qui le remplacent ont été reconnus positivement comme pouvant émettre de l'eau liquide. Les glandes digestives prouvent cependant que les cellules autres que celles du parenchyme ligneux peuvent présenter le même phénomène; nous sommes d'ailleurs très imparfaitement renseignés à ce sujet; la démonstration exacte pour chaque cas particulier est d'autant plus nécessaire que l'expulsion unilatérale d'eau exige des conditions intrinsèques très particulières dans le protoplaste, conditions qu'on ne peut pas attribuer à la légère à toutes les cellules.

4. — *L'influence des conditions extérieures sur les pleurs.* — On sait depuis longtemps que les pleurs dépendent intimement de la quantité d'eau qui, dans le sol, entoure le système radiculaire de la plante, en d'autres termes, que l'abondance des pleurs croît avec la quantité d'eau disponible. L'auteur a constaté qu'on peut provoquer les pleurs chez les individus d'érable plane et de groseillier à grappe qui n'avaient présenté jusqu'alors aucune trace d'écoulement; il suffit pour cela de les placer dans l'eau ou de boucher le trou qui est pratiqué au fond du pot dans lequel la plante est cultivée.

L'auteur pense que ce fait n'est pas facile à expliquer convenablement.

Il faut s'attendre évidemment à ce que des sels, dissous dans l'eau du sol, agissent de la même manière que la sécheresse de celui-ci. Detmer et Brosig avaient déjà pensé à cela et avaient simplement arrosé la terre avec des solutions salines. L'auteur a préféré opérer avec des plantes cultivées dans des solutions nourricières et qu'il suffisait de transporter dans les solutions

salines choisies pour l'expérience. L'effet était facile à prévoir; il est proportionnel à la concentration de la liqueur et au pouvoir osmotique de la substance employée. Les pleurs cessent aussitôt dans des solutions relativement faibles; souvent le sens de la sève se renverse; il est donc évident qu'il ne s'agit pas de très fortes osmoses dans le phénomène des pleurs. Lorsqu'on laisse pendant plus longtemps la plante dans une solution qui avait arrêté les pleurs, l'écoulement peut très bien reprendre; cela s'accorde avec l'idée de la disparition de la plasmolyse; il paraît même que de petites quantités de salpêtre peuvent « provoquer » les pleurs.

La température influe puissamment sur les pleurs. Cependant, et peut-être à cause de cela, il n'a pas été possible de déterminer le maximum et le minimum de température, au-dessus et au-dessous desquels les pleurs cessent, mais l'intensité de l'écoulement s'accroît très nettement avec la température. A 38-40 degrés, un pied de vigne, cultivé dans l'eau, perdait dans l'unité de temps huit fois plus d'eau qu'à 8 degrés.

Les pleurs cessent en l'absence de l'oxygène pour reprendre aussitôt qu'on rend ce gaz à la plante. L'auteur avait déplacé l'air par de l'hydrogène.

L'eau chloroformée convenablement diluée, a pu arrêter les pleurs au moins chez certaines plantes.

Il est probable que la pesanteur même agit sur le phénomène puisque la quantité d'eau écoulée n'est pas la même suivant que la plante décapitée était dans la situation normale ou renversée. C'est là, me semble-t-il, un intéressant complément de mes propres expériences relatives à l'influence de la pression extérieure de l'eau du sol sur la vitesse de l'absorption de l'eau par les racines.

5. — *La période annuelle des pleurs.* — L'abondance de l'eau dans le sol ainsi que la température varient considérablement dans le courant de l'année; or, comme ces facteurs influencent au plus haut degré les pleurs, il faut s'attendre à ce qu'il existe par contre-coup des fluctuations plus ou moins fortes dans les pleurs selon la période de l'année que l'on considère.

Il n'y a aucun doute à ce sujet; mais il n'en est plus de même si on se pose la question suivante: y a-t-il une période annuelle indépendante des facteurs extérieurs prenant, par conséquent, sa source dans l'organisation même de la plante?

Les nombreuses expériences que l'auteur a faites à ce sujet, l'ont amené à admettre qu'un grand nombre de plantes « bonnes pleureuses » offrent une périodicité annuelle fort accusée et indépendante des facteurs extérieurs, qui avaient été maintenus constants : tels sont la vigne vierge, le groseillier, le saule, le peuplier, le frêne, tandis que d'autres, aussi bonnes pleureuses, n'en montrent pas, par exemple, la vigne, l'érable, le bouleau, l'aune. Là où elle existe, elle est indépendante de l'âge de la plante. Il est bien entendu qu'une foliaison précoce peut déplacer les maxima.

Pendant la période de repos, une température élevée, appliquée pendant un laps de temps suffisant, peut provoquer les pleurs, et on arrive au même résultat en exerçant une succion sur le tronçon de tige, ou en faisant agir certaines matières à un faible degré de concentration : nitrate de potasse à

1 et 2 p. 100, nitrate d'ammoniaque à 0.8 p. 100, sulfate de magnésie à 0.5 p. 100, phosphate de soude à 0.5 p. 100, glycérine à 1 et 2 p. 100, caféine 0.5 p. 100 et enfin chlorhydrate de quinine à 0.5 p. 100.

Si les solutions sont osmotiquement plus puissantes, les pleurs n'apparaissent que lorsqu'on retransporte les plantes dans l'eau.

Il s'agissait maintenant d'expliquer cette période annuelle indépendante des conditions physiques; peut-être est-elle liée à la métamorphose des principes immédiats. Connaissant la périodicité qui règne dans la formation des radicelles, l'auteur a essayé de dévoiler une connexion entre les deux phénomènes, mais le résultat a été négatif, ainsi que Ress l'avait déjà vu; il est indifférent pour les pleurs qu'il y ait ou qu'il n'y ait pas de jeunes radicelles.

Malgré la sûreté de tous ces résultats, il demeure impossible de construire la courbe de la périodicité annuelle, on se heurte là aux différences individuelles ; ce qui est certain, c'est que le maximum correspond au printemps. Reste à distinguer entre la « quantité des pleurs » et la « pression qu'ils peuvent équilibrer », c'est-à-dire la hauteur à laquelle le liquide expulsé peut monter dans un tube de verre vertical mastiqué sur l'extrémité de la tige décapitée.

Hofmeister avait soutenu que cette pression était constante pour chaque plante. M. Wieler, au contraire, la trouve franchement variable chez le bouleau, cependant, il convient qu'elle l'est moins nettement chez la vigne et l'érable. En dedans de certaines limites, il existe un parallélisme entre la quantité des pleurs et la hauteur de la colonne liquide qu'ils peuvent soulever.

6. — *La période diurne.* — D'après l'auteur, le bouleau ne possède pas de période diurne et il en est probablement de même pour le *Richardia*, cette belle aroïdée à la spathe blanche que nous cultivons dans les appartements sous le nom de *Calla*. Les autres plantes qu'on a examinées à ce sujet, la présentent très nettement (soleil, ricin et vigne). Malheureusement les maxima et les minima ne se présentent pas nécessairement à la même heure chez des individus différents de la même espèce. C'est à tel point parfois, que maximum et minimum semblent avoir échangé leur place. Cette périodicité diurne se rattache-t-elle aux variations de l'éclairage? C'est une question que l'auteur laisse indécise.

Les changements diurnes de la quantité des pleurs se rattachent à des changements correspondants de leur pression, fait que Hofmeister avait déjà énoncé.

On sait que lorsqu'on décapite une plante, les pleurs diminuent petit à petit, jusqu'à ce qu'ils cessent complètement. C'est bien pour cette raison qu'on ne peut pas étudier la périodicité annuelle, par exemple, sur un seul et même individu. La cause en est à l'encombrement des vaisseaux ligneux par des thylles et leur oblitération par de la gomme cicatricielle; sans doute aussi la diminution réelle de la poussée des racines.

7. — *Le mécanisme des pleurs.* — Après un aperçu critique des opinions jusqu'à présent admises, l'auteur adopte la théorie de Pfeffer : ces pleurs sont le résultat d'une inégalité durable des fonctions osmotiques du proto-

plasma de la cellule, suivant que l'on considère l'une ou l'autre face de celle-ci. Le sac protoplasmique, grâce à l'osmose, absorbe de l'eau d'un côté, mais étant plus perméable de l'autre, la chasse par là. C'est là l'apanage profondément biologique (et nécessitant sans doute une dépense spéciale d'énergie) de certaines cellules. Peut-être, dans certains cas, l'exosmose, sur un côté de la cellule, de substances osmotiques et l'imbition consécutive de la paroi cellulosienne avec ces mêmes substances et en ce même endroit concourent-elles à la production du phénomène des pleurs.

8. — *Relations entre les pleurs et d'autres processus biologiques.* — La poussée des racines ne peut être invoquée sérieusement comme l'une des causes de l'ascension de la sève, mais il est possible que chez certaines plantes, comme le bouleau par exemple, elle remplit les réservoirs d'eau du tronc, qui se videront plus tard quand la transpiration sera devenue plus forte. J'ajouterai que cette première eau pénétrant dans le bois peut être utile pour la réactivation des matières de réserve accumulées dans les cellules du bois et éventuellement de la moelle.

VESQUE.

De la nutrition des plantes vertes par la glycérine, par M. E. ASSFAHL [1]. — Les expériences ont été faites avec différentes espèces, appartenant aux algues et aux phanérogames. Lorsqu'elles doivent durer longtemps, la meilleure concentration pour les algues est celle de 0,2 de glycérine pour 100 d'eau. Si on veut faire une expérience de courte durée, on aura avantage à monter jusqu'à 0.5 p. 100; mais on ne doit jamais dépasser 1 p. 100, parce que les solutions plus fortes sont nuisibles. Au dessous de 0.001 p. 100, la glycérine cesse de produire un effet alimentaire appréciable.

Des filaments de spirogyres, préalablement privés de leur amidon par un séjour suffisamment prolongé à l'obscurité, et plongés ensuite dans une solution de glycérine à 0,2 p. 100, ont produit de l'amidon nouvellement formé en deux heures et demie.

On s'est également préoccupé de savoir si la présence du potassium exerce une influence sur la transformation de la glycérine en amidon. Cette influence existe d'après quelques séries d'expériences.

Il est à remarquer que les spirogyres n'effectuent la transformation en question qu'à la lumière. On avait naturellement empêché l'assimilation chlorophyllienne en supprimant l'acide carbonique dans le milieu ambiant et en se mettant soigneusement à l'abri de la cause d'erreur pouvant provenir de l'émission d'acide carbonique de la part de bactéries.

1. Ueber die Ernährung grüner Pflanzenzellen mit Glycerin; Dissertation inaugurale, Erlangen, 1892. *Bot. Centralbl.*, LV, 148.

Le Gérant : G. MASSON.

Paris. — Imprimerie L. MARETHEUX, 1, rue Cassette.

LES CHARGES FISCALES

DE LA PROPRIÉTÉ RURALE ET DE L'AGRICULTURE

PAR

M. D. ZOLLA
Lauréat de l'Institut.

DEUXIÈME PARTIE

Dans la première partie de cette étude, nous avons cherché et calculé les charges fiscales de la propriété rurale. Nous croyons fermement que ces charges sont distinctes de celles qui pèsent sur l'agriculture. Pour tous les domaines qui sont loués par leurs propriétaires, les impôts frappant les revenus fonciers n'atteignent pas les locataires. Ceux que l'on nomme fermiers ou métayers ne supportent pas le poids des contributions dont nous parlons; celles-ci retombent, en définitive, sur les possesseurs du sol sans qu'ils puissent en rejeter le fardeau sur personne. D'ailleurs, *une partie* de ces impôts territoriaux est depuis longtemps connue; elle constitue une sorte de rente perpétuelle dont se trouvent grevés les fonds de terre. Le montant de cette rente particulière a été sans nul doute capitalisé; il en a été tenu compte lors des ventes dont les propriétés sont fréquemment l'objet, et, en définitive, grâce au jeu régulier de la concurrence, les capitalistes fonciers n'acquit-quittent pas réellement sur leurs revenus une contribution plus forte que celle dont sont grevés les propriétaires urbains, ou les détenteurs de valeurs mobilières.

Ce que nous venons de dire s'applique naturellement aux nombreux propriétaires cultivateurs qui existent dans notre pays. Comme capitalistes, leur situation n'est pas inférieure à celle des personnes qui possèdent quelque autre source de revenus; les impôts spéciaux qui les atteignent ne pèsent pas réellement sur eux d'un poids plus lourd. Comme entrepreneurs de culture, ils sont simplement fermiers de leurs propres biens, et les contributions territoriales ne les frappent pas davantage que les autres locataires.

Quels sont donc les impôts qui pèsent sur l'agriculture? Quel

en est le poids et la répercussion ? Avant d'aborder l'étude de ces questions, il est indispensable de faire, tout d'abord, une observation dont l'importance nous paraît très grande.

L'AGRICULTURE ET L'IMPOT DES PATENTES

§ 1

Nous avons dit plus haut que notre législation fiscale s'efforçait de frapper par des impôts spéciaux les différentes sources de revenu. C'est ainsi que la contribution foncière atteint les revenus de la terre ou ceux des propriétés bâties. La contribution des portes et fenêtres peut, elle aussi, être considérée comme une surcharge de l'impôt foncier. La taxe de 4 p. 100 sur les valeurs mobilières a pour objet également d'atteindre une catégorie spéciale de revenus. Il existe, en outre, un impôt qui frappe d'une façon générale tous les revenus et profits résultant de l'exercice d'une profession. Nous voulons parler de la contribution des patentes. L'article 1er de la loi du 15 juillet 1880 qui règle cette matière dit expressément : « Tout individu, français ou étranger qui exerce en France un commerce, une industrie, une profession non compris dans les exceptions déterminées par la présente loi, est assujetti à la contribution des patentes. »

En France, le nombre des patentes est très grand. M. de Foville, s'appuyant sur des statistiques officielles, l'évaluait à 1,668,000 pour l'année 1888. D'autre part, le produit de cet impôt est considérable et a beaucoup augmenté depuis le commencement du siècle. En 1820, il s'élevait seulement à 23 millions ; et, pour l'année 1893, il est porté à 185 millions, en y comprenant toujours les centimes additionnels. Il s'agit donc d'une contribution importante qui représente, d'après les calculs de l'administration des contributions directes, 3 ou 4 p. 100 des revenus et profits du commerce, de l'industrie, ou des professions dites libérales.

Les exemptions prévues par le législateur nous montrent-elles que de nombreux industriels, commerçants ou entrepreneurs réussissent à se faire affranchir de l'impôt ?

Il nous paraît bien difficile de l'admettre. La contribution des patentes frappe jusqu'aux plus modestes négociants, jusqu'aux

marchands forains et ambulants qui acquittent la moitié du droit afférent à leur profession.

Quant aux exceptions prévues par la loi de 1880, en voici l'énumération abrégée à titre de simple renseignement :

Art. 17. « Ne sont pas assujettis à la patente : 1° les fonctionnaires et employés salariés soit par l'État, soit par les administrations départementales et communales en ce qui concerne seulement l'exercice de leurs fonctions; 2° les peintres, sculpteurs, graveurs et dessinateurs considérés comme artistes et ne vendant que le produit de leur art. Les professeurs de belles-lettres, sciences et arts d'agrément..., les commis et toutes les personnes travaillant à gages..., les ouvriers travaillant chez eux ou chez les particuliers sans compagnons ni apprentis, soit qu'ils travaillent à façon, soit qu'ils travaillent pour leur compte et avec des matières à eux appartenant..., les ouvriers travaillant en chambre avec un apprenti âgé de moins de seize ans... LES LABOUREURS ET CULTIVATEURS. »

Il est visible que l'on a cherché à épargner tous ceux dont les revenus proviennent exclusivement du travail et non pas en même temps d'un capital mis en œuvre. Certes, on comprend fort bien l'exemption de tous les domestiques et ouvriers, mais il est permis de se demander pourquoi l'industrie agricole représentée par des fermiers, des métayers, et des propriétaires-cultivateurs, n'acquitte pas une taxe à laquelle restent soumis, depuis plus d'un siècle, les commerçants et les industriels, c'est-à-dire tous ceux dont les profits présentent à la fois le revenu d'un capital et la rémunération d'un travail productif.

Sans doute, beaucoup de personnes n'hésiteront pas à soutenir que l'agriculture paie d'autre part, sous des formes très variées, une foule de taxes directes ou indirectes. Nous examinerons avec soin cette question. Il convient, dès à présent, de constater le fait suivant dont nul ne peut douter : la contribution des patentes qui atteint le commerce et l'industrie ne pèse pas sur l'agriculture; aucune taxe spéciale ne frappe les entrepreneurs de culture. Ceux-ci jouissent, à cet égard, d'une immunité que rien, au premier abord, ne paraît justifier.

On a dit, il est vrai : « Cette dernière conclusion est beaucoup trop absolue. S'il n'existe pas, en effet, de « patente agricole », l'impôt foncier remplace cette contribution. — Qu'est-ce que le re-

venu net imposable d'une terre? — D'après les termes mêmes de la loi, « c'est ce qui reste au propriétaire, déduction faite, sur le produit brut, des frais de culture, semence, récolte et entretien. » (art. 3 de la loi du 3 frimaire an VII).

« Il résulte de cette définition que les profits du cultivateur sont compris dans l'évaluation du revenu net. L'impôt foncier qui grève ce revenu correspond ainsi à une taxe sur la rente du propriétaire, et, en même temps, à une contribution assise sur les *profits* du cultivateur. Peu importe le nom sous lequel elle est acquittée; la « patente agricole » existe; nous venons de le montrer. »

Cette démonstration nous paraît insuffisante; elle s'appuie sur une définition inexacte du revenu imposable. Pour s'en convaincre, il suffit de se reporter aux sources, et, notamment, aux rapports du Comité d'imposition de la Constituante. Voici, par exemple. un extrait de l'Instruction sur la Contribution foncière par l'Assemblée Nationale (1790) :

« Le revenu imposable d'une terre est ce qui reste à son propriétaire, déduction faite, sur la totalité du produit, des frais de culture, semences, récoltes et entretien, les productions que l'on obtient du sol n'étant des revenus que pour la partie qui reste après avoir acquitté toutes les dépenses qu'exige la culture... Les frais de culture sont très multipliés et peu faciles à calculer en détail; on peut seulement dire qu'il faut y comprendre les objets suivants : L'intérêt de toutes les avances premières nécessaires pour l'exploitation, telles que les bestiaux et les autres dépenses qu'on est obligé de faire avant d'arriver au moment où l'on peut vendre ou consommer les produits, l'entretien des bâtiments, celui des instruments aratoires, les salaires des ouvriers, les salaires ou *bénéfices du cultivateur qui partage ou dirige leurs travaux*... »

Cette dernière indication prouve déjà que le bénéfice du cultivateur doit être déduit du revenu brut; toutefois, les termes employés pourraient encore laisser quelque doute à l'esprit. Les lignes suivantes dissipent toutes les équivoques :

« Une grande connaissance des récoltes que donne un territoire, des avances et des frais qu'elles exigent peut suppléer amplement à ces calculs, ainsi que le prouve l'expérience presque toujours sûre de ceux qui donnent ou prennent à bail des propriétés. *Le prix moyen de fermage est le véritable produit net dans*

lequel il ne faut point pourtant comprendre l'entretien des bâtiments nécessaires à l'exploitation, et dont il faut aussi déduire le loyer ou l'avance des bestiaux dans les pays où ils sont fournis par les propriétaires des fonds. »

« *Chaque estimateur doit se pénétrer de ces principes, et se dire à lui-même : « Si j'étais propriétaire de ce bien, je pourrais trouver à l'affermer raisonnablement tant; si j'étais dans le cas d'être fermier, je pourrais en rendre la somme de, » c'est-à-dire, le prix que serait affermée cette propriété, lorsque, pour son exploitation, le propriétaire ne fournirait ni bâtiments, ni bestiaux, ni instruments aratoires, ni semences, mais serait chargé d'en acquitter la contribution foncière.* »

Voilà qui est déjà fort clair et ne peut guère laisser subsister des doutes sur les intentions véritables du législateur. Le passage suivant nous montre avec quel soin les rédacteurs de l'Instruction avaient prévu toutes les difficultés d'interprétation, indiqué les circonstances extraordinaires, et tenu compte des enseignements de l'expérience.

« *Dans quelques départements, si le propriétaire ne fournissait point de bâtiments, et si, dans d'autres, il ne donnait pas en même temps des bestiaux, des instruments de labourage et des semences, il lui serait difficile, et peut-être impossible, de trouver à faire exploiter ses domaines; mais, pour lors, il joint à sa qualité de propriétaire du bien, celle de propriétaire d'une partie ou de la totalité des avances nécessaires à l'exploitation. Ces objets accessoires de la propriété foncière ne doivent point être confondus avec elle, ni, par conséquent assujettis au même genre de contribution. Ainsi, soit que le propriétaire fasse valoir son bien en entier et à ses risques, soit qu'il fournisse à un cultivateur partiaire la totalité ou partie des objets nécessaires à cette exploitation, soit que le bien seul soit affermé et que le fermier possède les bâtiments et tout ce qui est nécessaire à la culture, l'évaluation doit être la même, c'est-à-dire, uniquement celle du revenu de la terre, sans y comprendre tout ce qui n'y est qu'accessoire et qui sert seulement à la faire produire.* » (Instruction de l'Assemblée Nationale des 23 novembre-1er décembre 1790.)

Dans son rapport sur la Contribution foncière, le duc de La Rochefoucauld n'était pas moins affirmatif et moins clair : « Le produit net d'une terre, écrivait-il, est ce qui reste au propriétaire après avoir

déduit sur le produit total ou brut, les frais de semences, de culture et de récoltes; *les salaires et profits du cultivateur font partie des frais de culture* » (rapport de La Rochefoucauld, au nom du Comité d'Imposition, sur la Contribution foncière, 11 octobre 1790).

Il ressort de ces commentaires si clairs et si précis que la contribution foncière a été établie de façon à frapper les seuls revenus du propriétaire et non pas les profits du cultivateur. Cet impôt ne représente donc en aucune manière la « patente agricole ». On voit même que le législateur de 1790 avait soigneusement distingué le fermage relatif au fonds de terre lui-même de l'intérêt correspondant, par exemple à l'avance faite par le propriétaire d'un cheptel d'animaux. Ce que l'impôt foncier doit frapper c'est donc exclusivement le revenu du capital foncier, c'est-à-dire de la terre, ou même des bâtiments d'exploitation, et du stock de pailles ou de fumiers que l'on trouve partout attaché à une exploitation agricole comme étant immeuble par destination.

Au contraire, les intérêts et les profits correspondant au capital d'exploitation ne sont pas taxés et ne doivent pas l'être aux yeux du législateur.

Il est, en outre, certain que nul changement n'a été apporté sur ce point à la loi fondamentale de la contribution foncière. L'Instruction de l'Assemblée constituante se trouve notamment reproduite dans le « Recueil méthodique des lois, décrets, et règlements sur le Cadastre de la France ».

Ainsi, nous croyons avoir établi que le revenu net imposable seul visé et frappé par notre impôt foncier ne comprend jamais les revenus ou profits de l'entrepreneur de culture, propriétaire du fonds qu'il fait valoir, au locataire de l'héritage d'autrui.

Sans doute, rien ne s'opposait, en effet, à ce que le législateur adoptât une autre définition du revenu net imposable et à ce qu'il comprît dans l'évaluation de ce dernier les profits résultant de la culture. Il lui a paru bon d'imposer seulement le revenu net correspondant à l'usage des capitaux fonciers, c'est-à-dire de la terre et des bâtiments qui en facilitent la culture. Quant au travail du cultivateur et aux profits tirés de l'usage des capitaux d'exploitation, ce n'est pas à l'impôt foncier qu'il a eu recours pour atteindre l'un et grever les autres. L'Assemblée Constituante avait évidemment le dessein de faire contribuer aux charges publiques tous les entrepreneurs de culture, propriétaires ou locataires.

La contribution mobilière était destinée à atteindre leurs revenus ; mais elle ménageait ceux des propriétaires fonciers pour éviter un double emploi. Tout contribuable assujetti à l'impôt mobilier pouvait, en effet, demander que le montant de sa cote d'impôt foncier fût déduit de la contribution mobilière qu'il aurait dû acquitter entièrement sans cette circonstance.

Aujourd'hui, l'impôt mobilier n'a plus le caractère que lui avait donné l'Assemblée Constituante. On peut le considérer comme une taxe sur le revenu général atteignant les propriétaires aussi bien que les locataires.

Les fermiers, les métayers ou les cultivateurs-propriétaires ne sont plus frappés par cet impôt en raison des revenus qu'ils tirent de l'exploitation du sol. La contribution mobilière est, en réalité, un impôt de superposition, et, notamment, elle s'ajoute à l'impôt foncier lorsqu'il s'agit des propriétaires, ou à la patente lorsqu'il s'agit des personnes assujetties à cette taxe. Les entrepreneurs de culture ne supportent pas d'impôt de ce genre ; une patente agricole sans faire double emploi avec l'impôt foncier, comme nous l'avons montré, aurait seulement pour effet de les placer dans la même situation que les industriels et les commerçants.

On ne peut donc pas douter que les agriculteurs ne jouissent dans notre pays d'une immunité particulière au point de vue des contributions spéciales qui frappent le revenu ou les profits des professions. Cela est si vrai que tous ceux qui ont voulu modifier les bases de notre système fiscal et frapper les revenus sans en oublier certaines sources, se sont vus obligés de taxer les bénéfices agricoles résultant de la mise en œuvre des capitaux d'exploitation. Il est intéressant, à ce propos, de rappeler les conclusions des projets déposés sur le bureau des deux Chambres depuis quelques années.

§ 2

Une proposition de loi relative à un impôt général sur le revenu déposée par M. Peytral, alors ministre des finances, soumettait à une taxe de 1/2 p. 100 les bénéfices agricoles. L'article 10 qui les visait était ainsi libellé :

« Le revenu des propriétés foncières non bâties est, en ce qui concerne les personnes qui les exploitent sans en être propriétaires, le produit de ces mêmes propriétés, défalcation faite :

1° des prix de ferme ou de location desdites propriétés ; 2° des frais de semences, de culture, de récoltes ou de toutes autres dépenses de l'exploitation ; 3° de l'impôt foncier, s'il est expressément mis à la charge de l'exploitant par les baux et autres contrats de location ; 4° des charges résultant des servitudes, droits et redevances établis au profit de tiers et dont il n'a pas été tenu compte dans les prix fixés par les baux. »

L'article 11 se rapporte aux propriétaires-cultivateurs :

« Le propriétaire qui exploite personnellement ses biens est imposable en raison de leur revenu, comme il vient d'être indiqué à l'article 10. Dans ce cas, on attribue aux biens comme prix de ferme une valeur locative estimée d'après les règles tracées pour l'estimation des propriétés louées par leurs propriétaires (article 8). »

Enfin, il est question du métayage dans l'article 12 ainsi conçu:

« Lorsqu'une propriété est affermée à portion de fruits, le revenu du propriétaire et celui de l'exploitant, métayer, fermier ou colon partiaire, sont évalués d'après la nature et la quantité des produits annuellement attribués à l'un et à l'autre, et conformément aux dispositions précédentes. Ces mêmes dispositions sont applicables lorsque les propriétés sont affermées en partie en argent, et en partie à portion de fruits. »

En 1892, une commission chargée d'examiner la proposition de loi de M. Maujan, député, décidait en principe l'imposition des bénéfices agricoles à raison de 1 p. 1000 avec certaines exemptions ou modérations concernant les petites cotes [1].

Nous n'insisterons pas sur la valeur de ces projets non plus que sur les dispositions relatives à la constatation des revenus imposables.

Ce que nous retenons seulement, c'est que les profits agricoles ont été considérés comme susceptibles d'une taxation.

Un rapide examen de quelques législations étrangères va nous montrer qu'en dehors de nos frontières l'imposition des bénéfices de l'entrepreneur de culture est, depuis longtemps, acceptée et prescrite. L'existence d'une contribution ayant ce caractère spécial ne fait nul obstacle au maintien des taxes foncières grevant par-

1. Voir rapport de M. P. Merlou, député. — Chambre des députés, 1892. — Documents parlementaires, n° 2290, 5e législature.

tout les revenus du propriétaire rural. C'est donc bien l'emploi du capital d'exploitation que l'on a visé, et les bénéfices correspondant à cet emploi que le législateur étranger s'est proposé de frapper, sans distinguer d'ailleurs ces bénéfices de la rémunération du travail personnel des cultivateurs ou de leur famille.

§ 3

Il existe, comme on le sait, en Angleterre, un impôt général sur les revenus. Cette contribution appelée *Income-Tax* est divisée depuis 1803 en cinq cédules. La première, la cédule A, se rapporte aux revenus fonciers. La cédule B est celle des *fermiers*, ou des propriétaires cultivant eux-mêmes; en un mot, elle comprend les bénéfices de l'*exploitation* du sol. Pour éviter des calculs incertains ou des évaluations délicates, on a eu recours, en ce qui concerne les bénéfices agricoles, à une présomption particulière. On suppose que les bénéfices des fermiers équivalent, en Angleterre, à la moitié du fermage, et, en Écosse, au tiers. Pour atténuer les inconvénients de cette présomption souvent inexacte, il est admis que les fermiers dont les gains réels seraient inférieurs aux bénéfices présumés, peuvent obtenir une remise d'une partie ou de la totalité de l'impôt. La charge de la preuve leur est seulement imposée et ils doivent s'adresser pour fournir cette preuve aux commissaires du district.

Nous ferons observer en passant que l'existence d'une contribution sur les revenus fonciers fait, en Angleterre, un véritable double emploi avec la *Land-Tax* ou impôt foncier. Ce dernier a subsisté, et continue d'être perçu, au moins pour la partie qui n'a pas été rachetée, malgré l'existence de la cédule A de l'*Income-Tax*.

Dans beaucoup d'États de l'Allemagne, il existe depuis de longues années des impôts sur le revenu qui atteignent les profits agricoles au même titre que les bénéfices des autres professions.

En Saxe [1], par exemple, des lois successives, portant les dates des 22 septembre 1874, 2 juillet 1878, 10 mars 1894, ont soumis à un impôt général l'ensemble du revenu net annuel des contri-

1. Voir *Bulletin de statistique et de législation comparée*, nos de mars et avril 1894. — L'impôt sur le revenu en Saxe.

buables, et, par conséquent, les profits réalisés en agriculture. Il y a lieu de distinguer :

1° L'exploitation des terrains appartenant à autrui ;

2° L'exploitation des terres et forêts par leurs propriétaires ;

3° Les fermages des propriétés foncières.

On voit donc que les profits agricoles sont soigneusement distingués du revenu des propriétaires ruraux. Lorsque ces derniers cultivent eux-mêmes leurs propres biens, on prend comme base le revenu brut moyen des trois dernières années d'exploitation, en y comprenant l'évaluation du travail personnel du propriétaire. Les produits agricoles ou forestiers, personnellement acquis et employés par le propriétaire et par sa famille, sont estimés pour l'évaluation du revenu aux prix en cours de la localité, ou à défaut, dans les environs.

Quant aux bénéfices résultant de l'exploitation agricole de biens pris en location, ils doivent être calculés comme ceux que le propriétaire obtient de la culture de ses propres terres ; le prix de fermage doit seulement être porté en déduction, sauf pour la partie qui s'applique à l'habitation du fermier et de sa famille.

En Italie [1], il existe un impôt sur la richesse mobilière, et dans la seconde catégorie des revenus soumis à cette contribution figurent : « Les revenus temporaires mixtes à la production desquels concourent simultanément le capital et le travail, c'est-à-dire les profits industriels et commerciaux, y compris ceux des industries agricoles exercées par des personnes étrangères à la propriété du sol et ceux des industries de même nature exercées par les propriétaires (élevage des bestiaux, sériciculture, etc.). en tant que dans ce dernier cas ils excèdent les produits du bien-fonds.

Une catégorie à part comprend les revenus des métayers ; la taxe que doivent ces derniers est fixée à 5 p. 100 du principal de l'impôt foncier payé à l'État pour la terre, quand ce dernier excède annuellement 50 francs ; au-dessous de ce chiffre, le revenu du métayer étant réputé inférieur au minimum imposable, est franc de taxe.

Il nous paraît inutile de multiplier les citations et les exemples.

1. Voir à ce propos les textes italiens et le rapport de M. Yves Guyot relatif à l'impôt sur le revenu. Documents parlementaires, n° 1130, 4e législature, 1886.

On voit clairement qu'à l'étranger la taxation des profits réalisés par la culture des terres est considérée comme légitime aussi bien que l'imposition des bénéfices industriels et commerciaux.

Nous avons examiné l'objection du principe qui paraissait, en France avoir fait écarter la taxation des bénéfices agricoles. La discussion à laquelle nous nous sommes livré prouve que cette objection n'a pas de valeur. L'impôt foncier n'est pas, comme on l'a prétendu assis sur un revenu net imposable qui comprenne tout à la fois le fermage dû au propriétaire et le bénéfice réalisé par l'entrepreneur de culture. Il ressort de cette étude que le fermier, le métayer ou le cultivateur-propriétaire jouit dans notre pays d'une immunité spéciale fort difficile à expliquer.

§ 4

Dans son *Traité des Impôts*, M. de Parieu est obligé de convenir que cette exemption n'est pas toujours justifiée, et il indique cependant des motifs particuliers qui le poussent à l'approuver. Nous allons en discuter la valeur avant de terminer ce chapitre.

Citons, tout d'abord, le passage suivant de l'auteur [1].

« La contribution sur l'industrie doit-elle atteindre les agriculteurs? C'est là une question très diversement résolue par les législateurs. La législation française les en exempte de la manière la plus formelle. Plusieurs législations allemandes les atteignent.

« Nul doute que l'agriculture ne soit dans un certain sens une industrie. C'est la coexistence de l'impôt foncier avec l'impôt sur l'industrie qui fait seule objection à l'extension de l'impôt industriel aux cultivateurs.

« L'impôt foncier, parmi nous, repose, par exemple, sur le produit moyen de la terre cultivée. Le capital de l'industrie agricole est atteint. Le travail qui s'applique à l'exploitation de ce capital pourrait l'être, sans choquer aucun principe. »

Nous ne nous attarderons pas à réfuter cette objection; elle a déjà été examinée plus haut, dès le commencement de ce chapitre. M. de Parieu oublie qu'il existe deux catégories de capitaux utilisés par l'industrie agricole, ce sont : 1° les capitaux fonciers; 2° les capitaux d'exploitation possédés par l'entrepreneur de cul-

1. Voir *Traité des Impôts*, par M. Esquirou de Parieu, t. I, p. 393 et seq. — 2e édition. — Guillaumin éditeur.

ture (instruments, bétail, avances culturales, semences, engrais industriels etc., etc.)

Les premiers sont atteints par la contribution foncière qui les frappe seuls, nous croyons l'avoir démontré.

Les seconds ne sont grevés par aucune taxe. C'est eux qu'il s'agit d'atteindre et non pas le travail destiné à la mise en œuvre du capital foncier. M. de Parieu paraît croire que le cultivateur ne possède aucun capital et n'intervient comme producteur qu'en fournissant du travail.

C'est là une erreur. Ainsi présentée, la situation de l'agriculteur, entrepreneur de culture, est absolument défigurée. C'est, au contraire, le capital de culture possédé et utilisé par le fermier, le métayer ou le propriétaire-cultivateur qui est taxé dans les pays étrangers. Sans doute, le départ est difficile à faire entre les profits correspondant à ce capital et la valeur du travail manuel ou du travail de direction fourni par l'entrepreneur de culture. La même difficulté se présente, lorsqu'il s'agit de taxer les bénéfices industriels et commerciaux. Le travail manuel et l'habileté administrative d'un négociant ne sont pas, cependant, moins importants et moins appréciés que le savoir professionnel ou le labeur d'un agriculteur. La contribution des patentes frappe, néanmoins, les bénéfices commerciaux ou industriels, sans chercher à distinguer la valeur du travail, et les profits correspondant aux capitaux engagés.

L'objection formulée par M. de Parieu ne nous paraît donc pas fondée ; elle vise une situation qui n'est pas celle de notre agriculture, disposant d'un capital d'exploitation de 8 ou 10 milliards de francs.

Examinons, maintenant, une autre objection, ainsi formulée :

« Toutes les législations exemptant de la taxe *spéciale* sur l'industrie certains profits du travail, la question est de savoir si le travail agricole ne doit pas profiter de ces faveurs.

« Sous ce rapport il suffit de songer à la subdivision extrême de la propriété et à la position de ceux qui retrouvent simplement dans l'exploitation de la parcelle qu'ils possèdent le profit d'un mince salaire, pour comprendre la convenance de l'exemption accordée à l'agriculture par notre législation des patentes, qui devait s'appliquer non à des régions exploitées par de riches fermiers seulement, mais à la France entière avec ses petites fermes,

ses métairies, etc. Toutefois, on ne saurait en elle-même considérer comme injuste une taxe qui atteindrait les exploitants de fermes très considérables. »

Il ne s'agit plus ici seulement d'une question de principe et d'équité, mais d'une difficulté d'application. M. de Parieu reconnaît que les exploitants des fermes considérables pourraient supporter une taxe. Il lui semble que l'exemption est justifiée, si l'on considère l'extrême division de la propriété et le nombre si grand des petites fermes, des métairies, etc., etc.

Sans nul doute, la propriété du sol n'est pas concentrée entre les mains de quelques familles dans notre pays de France. On y compte, notamment, plus de 2 millions de propriétaires ruraux qui cultivent exclusivement leurs propres biens, et le nombre des autres possesseurs du sol cultivable est au moins égal à celui-là. Mais il ne faut pas commettre, à ce propos, des erreurs, en se laissant égarer par le mirage des gros chiffres. Les exploitations assez étendues pour exiger l'avance d'un capital de culture considérable constituent-elles une exception? La France est-elle ainsi divisée en toutes petites fermes ou métairies dont les exploitants n'ont pour tout profit que le mince salaire de leur travail?

Voici le tableau de la division de la culture; nous l'empruntons à l'enquête agricole de 1882 :

Division de la culture en France.

		Nombres.	Surface. hectares.
Très petite culture....	0 à 1 hectare	2.167.000	1.083.000
Petite culture	1 à 5 —	1.865.000	5.597.000
	5 à 10 — ...	769.000	5.768.000
Moyenne culture.....	10 à 20 hectares...	431.000	6.470.000
	20 à 30 — ..	198.000	4.951.000
	30 à 40 — ...	97.000	3.424.000
Grande culture......	plus de 40 hectares..	142.000	22.266.000
	Total.....	5.669.000	49.559.000

Ce tableau nous prouve, en effet, que le nombre des exploitations agricoles est considérable, mais il nous montre en même temps la faible étendue totale correspondant aux millions de petits domaines. Ainsi, les 2,167,000 exploitations de 0 à 1 hectare ne couvrent que 1 million d'hectares; 38 p. 100 du *nombre*

des cultures correspondent seulement à 2.2 p. 100 de la surface cultivée de la France.

Considérée dans son ensemble, la petite culture de 1 à 10 hectares équivaut à 46 p. 100 en nombre, et à 23 p. 100 en surface.

Au contraire, la moyenne et la grande culture, à elles seules représentent 75 p. 100 de la surface cultivée dans notre pays, c'est-à-dire les trois quarts du territoire agricole, bien que le nombre correspondant des exploitations soit inférieur au sixième.

Certainement, on peut dire que l'importance relative de la moyenne et surtout de la grande culture est exagérée par l'existence et l'incorporation de nombreuses surfaces plantées en bois comme les forêts des communes ou des particuliers, par l'adjonctions des propriétés improductives et très étendues appartenant aux particuliers, aux départements, aux communes, telles que des landes, pâtis, terrains de montagnes, etc., etc. Il n'en est pas moins vrai que les deux tiers environ du sol français sont découpés en moyennes ou grandes exploitations.

Le capital de culture des fermiers, métayers, ou propriétaires qui mettent en valeur cette surface considérable s'élève sans doute à 7 ou 8 milliards, soit les deux tiers du capital d'exploitation de l'agriculture française [1].

Le bénéfice correspondant à cette somme n'est soumis à aucune taxe spéciale. La multitude des petits négociants, artisans ou industriels, qui ne disposent pas souvent des mêmes ressources sont, cependant, soumis à la contribution des patentes! Entre le modeste épicier de village, le forgeron, ou le marchand ambulant, et un fermier de 10, 20 ou 40 hectares, la différence des situations financières est-elle, cependant, sensible, et l'agriculteur n'est-il pas, souvent, le plus fortuné?

Nous ne croyons donc pas que l'émiettement du sol et la division de la culture fassent obstacle à une taxation légitime des bénéfices agricoles. Il serait possible et équitable d'introduire des exceptions analogues à celles qui ont été prévues par notre législation des patentes, mais l'objection générale formulée par M. de Parieu ne nous paraît pas fondée.

1. Voir à ce sujet *l'Enquête de* 1882. Introduction p. 401. Nous pensons qu'il faut ajouter au chiffre officiel, 2 milliards représentés par les aliments consommés par le bétail et par le fonds de roulement.

§ 5

Quelques autres oppositions se sont produites en 1871, lorsqu'il a été question de taxer les bénéfices de l'agriculture. Dans la séance de l'Assemblée Nationale du 23 décembre 1871, M. de Lavergne ayant à s'expliquer sur le projet de loi relatif à l'impôt sur les revenus, s'exprimait ainsi :

« Nous nous sommes demandé ensuite si nous établirions une taxe sur les bénéfices des fermiers qui forment la cédule B (anglaise). Nous avons refusé également d'établir cette taxe, par la raison que les fermiers sont en quelque sorte l'exception en France, tandis qu'ils sont la règle générale en Angleterre, où le sol est affermé, et les fermiers sont en général assez riches pour pouvoir payer sur leurs bénéfices une taxe; chez nous, une très petite partie du sol est affermée; la moitié au moins du sol est exploitée par les propriétaires pour la plupart malaisés; un quart du sol est entre les mains des métayers qui ont de la peine à vivre, un cinquième à peu près du sol est affermé, et, parmi les fermiers il y en a beaucoup qui n'ont qu'un très faible revenu; le nombre des fermiers riches ou seulement aisés est extrêmement restreint et ne donnera par conséquent qu'un revenu insignifiant.

« Nous avons donc écarté la cédule B. »

Les conclusions que l'on vient de lire ne sauraient nous étonner.

L'Assemblée de 1871 s'est montrée, en effet, très soucieuse des intérêts de l'agriculture, et elle n'a pas moins ménagé ceux de la propriété rurale. A une époque où l'on cherchait des ressources en établissant de nouveaux impôts ou en augmentant ceux qui étaient conservés, le législateur n'a pas cru devoir modifier le chiffre de la contribution foncière, bien que l'accroissement de la valeur locative ou vénale des terres ait été aussi considérable que rapide depuis 1850 jusqu'à 1871. Mais, si les résolutions proposées par M. de Lavergne nous semblent expliquées sinon légitimées par le souci de ménager les intérêts des propriétaires ou des entrepreneurs de culture, il n'est pas moins vrai qu'elles sont justifiées par l'éminent rapporteur à l'aide d'un certain nombre d'arguments et d'affirmations qui doivent être discutés.

« Nous avons refusé, dit-il, d'établir une taxe sur les bénéfices

des fermiers, par la raison que les fermiers sont, en quelque sorte, l'exception en France. »

Si l'on considère seulement le nombre des fermiers comparé à celui des propriétaires-cultivateurs, on constate, en effet, que les fermiers sont relativement rares. Voici, à ce propos, les chiffres puisés dans les tableaux de l'enquête agricole de 1882 :

		Nombres proportionnels. — p. 100.
Modes d'exploitation. . . .	Par propriétaires . .	79.76
	Par fermiers	13.82

Il en est autrement lorsque l'on considère les surfaces correspondant à ces deux modes d'exploitation. Nous trouvons en effet :

	Surface proportionnelle. — p. 100
Cultures par propriétaires	59.77
— par fermiers	27.24

Il y a donc, en France, plus du quart des terres qui sont soumises au régime du fermage. Nous ne croyons pas que ce soit là une proportion négligeable. Cette situation, d'ailleurs, n'est pas nouvelle. En consultant la statistique agricole de 1862, M. de Lavergne aurait pu remarquer déjà que le nombre des fermiers était assez grand pour que cette classe ne pût être considérée comme une exception parmi les autres catégories d'agriculteurs. En 1882, on comptait 968,000 fermiers, et ce nombre s'élevait à 1,340,000 en 1862.

La réduction que l'on observe nous permet de supposer que la surface exploitée par des fermiers était au moins aussi étendue en 1871 qu'en 1882.

Il s'agit, donc, non pas d'une exception, mais d'une très notable minorité.

« M. de Lavergne ajoutait : « La moitié au moins du sol est exploitée par les propriétaires pour la plupart malaisés ; un quart du sol est entre les mains des métayers qui ont de la peine à vivre ; un cinquième à peu près du sol est affermé, et, parmi les fermiers, il y en a beaucoup qui n'ont qu'un très faible revenu ; le nombre des fermiers riches ou seulement aisés est extrêmement

restreint et ne donnera, par conséquent, qu'un revenu insignifiant. »

Nous venons de prouver que l'honorable rapporteur se trompait en affirmant que le cinquième des terres était soumis au régime du fermage. — Il n'était pas mieux informé lorsqu'il soutenait que le quart du territoire agricole était cultivé par des métayers. Ceux-ci sont au nombre de 341,000, et la surface représentée par les terres qu'ils cultivent n'est que de 4,500,000 hectares correspondant à 13 p. 100 du territoire. Voici le tableau qui résume les indications fournies à cet égard par l'enquête de 1882 [1].

	Superficie cultivée.	Superficie proportionnelle.
	hect.	p. 100.
Culture par propriétaires	19.380.089	59.77
— fermiers	8.953.118	27.24
— métayers	4.539.322	12.99
	32.872.529	100.00

Il est bon de dire que le recensement des modes d'exploitation n'a pas compris en 1882 tout le territoire agricole de la France ; il n'a porté, nous le voyons, que sur 32,872,000 hectares, surface correspondant seulement aux terres labourables, prés naturels, vergers, herbages, vignes et cultures arborescentes.

On a donc laissé de côté, à dessein, les forêts, les herbages à petits rendements, les landes et les autres terres incultes de ce genre. « Toutefois, dit avec raison, M. Tisserand, dans son exposé, l'omission de ces dernières catégories de terrains ne modifie en rien le nombre des différents modes d'exploitations, car les herbages, les bois et les terres incultes forment rarement des exploitations isolées et par conséquent peuvent se rattacher aux différents modes d'exploitation dont le nombre a été relevé... Ces omissions ne sauraient altérer la valeur des rapports qui vont être signalés dans le nombre respectif des cultures, suivant qu'elles sont dirigées par leurs propriétaires (faire-valoir direct), par les fermiers (fermage) ou par des métayers (métayage). — Ces rapports peuvent donc être considérés comme l'expression de la situation réelle de la culture. »

1. *Enquête agricole de* 1882. — Introduction, p. 330. — 1 vol. in-4°. Paris, Berger-Levrault.

Il est possible qu'en 1871 la surface soumise au régime du métayage ait été un peu plus considérable qu'en 1882, mais nous ne pouvons guère admettre qu'elle se soit abaissée du quart (25 p. 100) au huitième (12.99).

M. de Lavergne a donc certainement exagéré l'importance relative de ce mode d'exploitation.

Nous pensons, en revanche, qu'il est resté au-dessous de la vérité en disant que la moitié du sol était exploitée par les propriétaires. Cette proportion s'élève, d'après le tableau précédent, à 59.7 p. 100. On ne peut, cependant, citer ce chiffre sans chercher à préciser sa signification. Il ne nous paraît pas le moins du monde démontré que 60 p. 100 du territoire de la France appartienne à de petits propriétaires « pour la plupart malaisés », comme le soutient M. de Lavergne. Reportons-nous, en effet, au tableau qui résume l'état de la division des cultures, c'est-à-dire le nombre et l'étendue des *exploitations* rurales. Nous trouvons les chiffres suivants :

	Nombres.	Surface.
	—	—
		hect.
Exploitations de 1 à 10 hectares.	2.634.000	11.365.000
— de 10 à 40 hectares	726.000	14.845.000
— de plus de 40 hectares. . .	142.000	22.266.000
		48.476.000

Les petits domaines ruraux exploités par des propriétaires ou des locataires et d'une surface inférieure à 10 hectares, ne s'étendent que sur 11 millions d'hectares, c'est-à-dire sur moins du quart de la superficie totale.

La culture directe par propriétaire s'exerçant sur 60 p. 100 des terres, il faut nécessairement que beaucoup de ces domaines soumis au faire-valoir aient une étendue très supérieure à 10 hectares.

Est-il admissible que les propriétaires des beaux vignobles du Midi exploités par maîtres-valets ou par régisseurs, soient considérés comme « malaisés pour la plupart ». Doit-on supposer que les possesseurs des 6 millions d'hectares de bois et forêts appartenant aux particuliers et exploités par eux directement, rentrent dans cette catégorie ?

Puisque nous venons de prouver que l'étendue des exploitations rurales dirigées par leurs propriétaires dépasse certainement

10 hectares la plupart du temps, il ne saurait être question de les considérer en bloc, sans distinction, comme de pauvres paysans dont les profits se confondent avec la rémunération à peine suffisante de leur travail manuel. Il existe, au contraire, dans notre pays, une classe de propriétaires aisés. On peut discuter, à coup sûr, et résoudre de diverses manières la question de savoir s'il convient de faire jouir les propriétaires d'immunités particulières. Au point de vue politique aussi bien qu'au point de vue économique, il est permis de soutenir que certains avantages doivent être concédés à ceux qui possèdent le sol et le cultivent en même temps. Mais, il nous semble difficile de justifier ces mesures en invoquant la situation de fortune trop précaire d'un très grand nombre d'hommes auxquels appartient très probablement près d'un tiers du territoire agricole, et dont les domaines embrassent une surface toujours supérieure à 10 hectares.

Nous venons de voir, en effet, que la culture directe s'étendait sur 19,380,000 hectares sans tenir compte des bois, forêts, landes et pâtis. Si l'on retranche de ce total les 11,365,000 hectares représentant l'étendue totale des exploitations inférieures à 10 hectares, on voit qu'il reste 8 millions d'hectares dont les possesseurs sont, à n'en pas douter, au-dessus du besoin. Leur situation financière ne doit pas, en tous cas, être moins brillante que celle des humbles négociants de village sur lesquels pèse la contribution des patentes.

Nous comprendrions encore la légitimité d'une immunité complète accordée à l'industrie agricole si, comme le soutenait M. de Parieu, on ne pouvait taxer, en dehors du capital foncier, que le *travail* de l'agriculteur. Notre législation fiscale a toujours évité de frapper la rémunération du travail manuel, et elle n'atteint qu'avec de grands ménagements les profits réalisés dans les professions libérales parce qu'ils dépendent surtout du mérite personnel, abstraction faite du capital représenté par les frais d'instruction de l'homme lui-même.

Mais il n'est pas permis d'oublier qu'à côté des capitaux fonciers, il existe des capitaux d'exploitation distincts des premiers. Or, quelle est la valeur du capital de culture en France? Voici comment M. Tisserand en a évalué les éléments :

Capital de culture en France. 1882.

	millions francs.
Cheptel d'animaux de ferme	5.775
Matériel de culture.	1.395
Semences	537
Fumier.	838
Total	8.545

En faisant même abstraction de la valeur des fumiers qui n'appartiennent pas, en général, aux locataires, le total serait déjà de près de 8 milliards. A cette somme, il conviendrait d'ajouter les fourrages, et les aliments divers, produits ou achetés par les cultivateurs. Une partie seulement des fourrages et pailles est fournie par les propriétaires; les autres aliments font partie du capital d'exploitation. Nous ne sommes pas éloignés de penser que la valeur de cet élément s'élève à 1 milliard. Le fonds de roulement indispensable aux agriculteurs pour faire face aux dépenses de main-d'œuvre salariée et aux frais divers doit atteindre le même chiffre.

Ainsi, le total du capital de culture atteint ou dépasse en France 10 milliards de francs. En déduisant de ce chiffre 25 p. 100 pour tenir compte du capital possédé par les cultivateurs dont les exploitations ne dépassent pas 10 hectares et représentent le quart de la surface totale en culture, il reste environ 7 milliards pour le capital d'exploitation des moyens ou grands cultivateurs. Ce n'est pas là une somme négligeable.

Conviendrait-il de taxer les bénéfices correspondants à la mise en œuvre de ce capital? C'est ce qu'il nous reste à examiner.

§ 6

L'imposition des bénéfices agricoles n'est pas seulement une question fiscale; c'est surtout un problème politique. Au point de vue fiscal, le doute ne nous paraît pas permis. Il n'existe pas de raisons sérieuses et d'arguments décisifs en faveur de l'exemption. On ne peut admettre que deux hommes disposant d'un même capital et devenant l'un fermier, l'autre négociant ou industriel, soient inégalement frappés par l'impôt. Dans l'état actuel des choses, le fermier jouit d'une immunité complète, en ce sens,

qu'aucune taxe particulière ne vient réduire les bénéfices correspondant à l'emploi des capitaux de culture. On peut modérer le taux de cette imposition pour tenir compte des risques particuliers à l'industrie agricole, mais l'exemption absolue n'est pas explicable.

Le négociant ou l'industriel acquitte les mêmes impôts généraux que le fermier, le métayer ou le propriétaire cultivateur, mais il supporte, en plus, la patente, c'est-à-dire un impôt qui produit annuellement 185 millions de francs, avec les centimes additionnels.

Au point de vue économique et surtout au point de vue politique, non seulement le doute est légitime, mais encore l'exemption peut être considérée comme préférable pour des raisons d'opportunité qui ont la plus grande valeur. Il ne faut pas se dissimuler que la taxation des profits agricoles rencontrerait une grande opposition et exciterait un mécontentement général, à une époque où la baisse des prix vient de provoquer une crise sérieuse. Au moment où des droits de douane sont votés pour prévenir ou limiter les effets de cette crise, il ne saurait être ni opportun ni logique d'aggraver les charges fiscales de l'industrie agricole elle-même.

Sur ce point notre opinion personnelle est très nette.

En revanche, nous n'hésitons pas à signaler l'immunité particulière dont jouit, à cette heure, l'agriculture. Il est bon, à notre avis, de la rappeler. Ceux qui soutiennent que l'industrie agricole est accablée par l'impôt, nous paraissent avoir trop souvent oublié cette situation. Elle mérite pourtant d'attirer l'attention d'un observateur impartial.

Il ne suffit pas, d'ailleurs, de constater les avantages accordés à l'agriculture. Les observations qui précèdent étaient seulement indispensables pour marquer un trait caractéristique. Quelles sont, disions-nous plus haut, les charges fiscales de l'industrie rurale, puisque l'impôt foncier ne paraît pas la frapper? Après avoir parlé d'une contribution qu'elle ne supporte pas, il nous reste à désigner et à étudier, maintenant, les impôts qui l'atteignent.

LES CHARGES FISCALES DE LA CULTURE

Que doit-on entendre par ces mots : charges fiscales de l'agriculture? Puisqu'il n'existe pas de taxe spéciale atteignant toute personne qui se livre à l'agriculture, les charges fiscales de cette industrie sont, évidemment, celles que supporte la classe des agriculteurs. Sous ce nom, nous comprendrons non seulement les propriétaires-cultivateurs, les fermiers et les métayers, mais encore les salariés. C'est, en un mot, le total des impôts directs ou indirects acquittés par la population agricole que nous allons essayer de calculer.

Nous trouvons, tout d'abord, parmi les impôts directs, la contribution personnelle-mobilière dont une partie est acquittée par la population rurale. Celle-ci représentant à peu près la moitié de la population totale de la France, on pourrait être tenté de lui attribuer, pour cette raison, la moitié de l'impôt personnel-mobilier. Ce serait, à notre avis, exagérer le sacrifice qui lui est réellement imposé. Cette division égale ne peut être admise à la rigueur que pour l'impôt personnel.

En ce qui concerne l'impôt mobilier, qui *doit* être réparti au prorata des loyers d'habitation, il est évident que la population urbaine supporte une beaucoup plus grosse part.

Nous avons admis plus haut que les bâtiments ruraux n'avaient pas un revenu net imposable supérieur à 350 millions alors que le total correspondant à l'ensemble des propriétés bâties s'élevait, en France, à 2 milliards de francs.

Sans doute, la population agricole tout entière n'est pas logée dans ces bâtiments annexés aux exploitations rurales; beaucoup de cultivateurs ou de journaliers habitent au village. Mais quelle est la valeur locative de ces habitations en y comprenant même les bâtiments ruraux? Un remarquable travail publié par M. Boutin, directeur général des Contributions directes, va nous l'apprendre [1]. Pour les communes de 2,000 habitants et au-dessous, le revenu net des propriétés bâties de toute nature ne dépasse pas 450 millions de francs, bien que le nombre des habitations ou locaux recensés à un titre quelconque atteigne le chiffre de

1. *Résultat de l'évaluation des propriétés bâties.* Rapport au ministre des finances par M. Boutin, 1 vol. in-4°. Paris, Imp. Nat., 1891. Voir p. 92.

5,920,145. Dans les communes de 2,000 à 5,000 habitants le revenu des propriétés bâties s'élève à 229 millions de francs, et leur nombre est de 1,632,000. Bref, en additionnant ces totaux, on voit que dans les agglomérations de 5,000 habitants ou au-dessous, la valeur locative des habitations et usines est de 679 millions de francs, somme inférieure au tiers du revenu net constaté pour la France entière. Il nous semble que dans ces conditions on ne peut guère mettre à la charge de la population agricole plus du tiers de la contribution mobilière.

Or, en 1893, la taxe personnelle et la contribution mobilière, centimes additionnels compris, avaient l'importance suivante.

	francs.
Taxe personnelle.	17.302.000
Contribution mobilière.	138.479.000

Si nous mettons à la charge de la classe agricole : 1° la moitié de la taxe personnelle; 2° le tiers de la contribution mobilière, nous obtenons les chiffres suivants :

	francs.
Taxe personnelle.	8.651.000
Contribution mobilière.	46.157.000
Total	54 808.000

Nous avons parlé, il est vrai, de la contribution foncière à propos des charges fiscales de la propriété rurale. Mais on peut soutenir que la population agricole acquitte une portion de cet impôt, au moins en ce qui concerne les maisons d'habitation possédées par des journaliers.

Nous ne pouvons pas oublier, en effet, que dans notre pays, 4,969,000 maisons sont occupées en totalité par leurs propriétaires, tandis qu'on ne trouve pas plus de 2,725,000 habitations louées à une ou plusieurs personnes. Il est donc fort vraisemblable que beaucoup de cultivateurs salariés possèdent le toit sous lequel ils s'abritent. Or, le nombre des journaliers étant environ égal aux deux tiers de celui des propriétaires-cultivateurs, nous ne pouvons qu'exagérer beaucoup la charge qui leur incombe en attribuant les deux tiers de l'impôt foncier afférent aux propriétés bâties et considérées plus haut comme une imposition acquittée par la propriété rurale dans son ensemble. Evaluée par nous à

25 millions, cette contribution ne s'élèverait qu'à 16 *millions* en chiffres ronds, pour les salariés agricoles, propriétaires de leurs habitations.

Nous adopterons la même proportion pour l'impôt des portes et fenêtres. Cette contribution a déjà figuré, en effet, parmi les charges de la propriété rurale, et, d'autre part, elle ne peut être supportée que par les journaliers, propriétaires ou locataires. Les domestiques de ferme qui demeurent chez leurs maîtres n'en acquittent aucune part.

La portion attribuée à la propriété rurale s'élevant à 17 *millions*, nous ne compterons à la charge des agriculteurs que 12 *millions* de francs.

Quant aux taxes assimilées aux contributions directes, il suffit de les énumérer pour voir que beaucoup d'entre elles ne pèsent pas sur la population agricole.

On compte, en effet :

1° La taxe des biens de mainmorte ;
2° — sur les billards ;
3° — sur les voitures, chevaux, mules et mulets ;
4° — sur les cercles ;
5° — sur les mines ;
6° — militaire ;
7° — sur les vélocipèdes ;
8° — sur les chiens ;
9° Les prestations en nature.

Nous ne tiendrons compte que de la taxe sur les voitures, chevaux, mules et mulets, de la taxe sur les chiens et des prestations.

Rappelons à propos de la première, que l'impôt est réduit de moitié pour les voitures, chevaux, mules et mulets habituellement employés pour le service de l'agriculture. En outre, la taxe est très faible dans les communes de 5,000 habitants et au-dessous. Pour ces deux motifs nous serons certainement au-dessus de la vérité en attribuant à l'industrie agricole la moitié du produit total, soit 6 *millions* en chiffres ronds (1893).

La même proportion adoptée pour la taxe sur les chiens nous permet d'en porter la charge à 4 millions.

Enfin, nous ne devons pas oublier que les prestations destinées à la confection ou à l'entretien des chemins vicinaux peuvent être très légitimement considérées comme un impôt qui pèse princi-

palement sur les agriculteurs. La valeur des prestations représentant 60 *millions* de francs, nous admettrons que les 5/6 de cette somme sont supportés par la classe agricole et représentent 50 *millions* de francs.

En résumé, les charges constituées par les impôts directs peuvent être ainsi constituées :

	francs.
Impôt personnel-mobilier	54.800.000
Impôt foncier (propriétés bâties)	16.000.000
Impôt des portes et fenêtres	12.000.000
Taxe sur les voitures, chevaux, mules et mulets	6.000.000
Taxe sur les chiens	4.000.000
Prestations	50.000.000
TOTAL	142.800.000

Il est bien certain qu'en dehors de cette somme relativement faible, la population agricole paye une partie de nos droits d'enregistrement et de timbre et une fraction des impôts indirects si productifs et si nombreux qui pèsent sur tous les contribuables. Rien de plus difficile et de plus délicat, à coup sûr, que de répartir avec quelque précision, entre les différentes classes professionnelles, plus de 1,800 millions d'impôts. Quelques réflexions peuvent, cependant, nous guider dans cette opération. Nous remarquerons, tout d'abord, que la population agricole représente un peu moins de la moitié de la population totale, et nous ferons observer, d'autre part, que la somme des capitaux dont elle dispose ou des richesses qu'elle possède, en dehors du sol lui-même, est sans nul doute inférieure à celle que détient l'autre moitié de la nation. La nature même de la profession agricole, les méthodes de transactions commerciales réduites le plus souvent à des opérations au comptant, la manière de vivre, et les immunités dont jouissent les producteurs pour certaines denrées qu'ils consomment (droits sur les boissons et l'alcool), en un mot, une foule de présomptions et d'indices nous éclairent, en outre, sur l'incidence et le poids des droits ou impôts indirects qui peuvent frapper les classes rurales.

En nous appuyant sur ces considérations, et après un examen attentif des documents officiels relatifs aux perceptions effectuées en 1892, nous croyons pouvoir proposer les chiffres suivants :

TABLEAU I. — Charges fiscales de la population agricole.

1° PRINCIPAUX DROITS D'ENREGISTREMENT ET DE TIMBRE.

NATURE DES DROITS	PRODUIT total (1892).	FRACTION attribuée à la population agricole.	SOMME supposée acquittée par la population agricole.
	millions.		millions.
Transmission entre vifs à titre gratuit	22.3	1/4	5.5
Mutation par décès (sauf les immeubles).	115.5	1/4	28.8
Baux et antichrèses	8.0	1/2	4.0
Contrats et polices d'assurance contre l'incendie.	12.4	1/4	3.1
Actes et jugements.	33.0	1/3	11.0
Droits fixes gradués..	11.6	1/3	3.8
Droits de greffe	6.0	1/3	2.0
Droits d'hypothèque	6.0	1/3	2.0
Timbre non proportionnel	123.2	1/3	41.0
TOTAUX	338.0	29.8	101.2

Ce total de 101 millions mis à la charge de la population agricole équivaut à 29.8 p. 100 des droits correspondants perçus au même titre et acquittés par tous les contribuables. Cette proportion ne paraîtra pas trop faible si l'on veut bien se souvenir que beaucoup de droits d'enregistrement et de timbre ne peuvent pas être supportés par la population rurale, ou ne le sont que pour une faible partie.

Pour les mutations par décès, les droits perçus sur les valeurs représentées par des Fonds d'Etat français ou étrangers, et les titres mobiliers, s'élèvent à 58 millions de francs. Il nous semble que la population agricole n'en acquitte qu'une faible partie. Les obligations de somme, arrêtés de compte, etc., les billets à ordre, warrants et lettres de change, les cautionnements, etc., etc., donnent lieu à la perception de droits d'enregistrement qui ne pèsent pas sur les agriculteurs. On remarquera que nous ne faisons pas mention des droits relatifs aux mutations ou transmission d'immeubles ruraux. Nous en parlerons tout à l'heure.

Quant aux impôts indirects proprement dits, voici les chiffres auxquels nous nous sommes arrêtés :

TABLEAU I. — Charges fiscales de la population agricole.

2° DROIT SUR LES BOISSONS

NATURE DES DROITS	PRODUIT total.	FRACTION attribuée à la population agricole.	SOMME supposée acquittée par la population agricole.
Vins.	millions.		millions.
Droits de circulation.	26.5	1/5	5.3
Droit de détail.	37.0	1/10	3.7
Taxe de remplacement (Paris et Lyon	42.6	»	»
Droit d'entrée.	1.6	»	»
Droit de taxe unique.	34.6	»	»
	142.3	»	9.0
Cidres et poirés.			
Droit de circulation..	1.7	1/5	0.3
Droit de détail.	6.7	1/10	0.6
Taxe de remplacement.	0.4	»	»
Taxe unique.	3.3	»	«
	12.1	»	0.9
Eaux-de-vie, absinthes, liqueurs.			
Droit de consommation à l'enlèvement, etc., etc.	199.6	1/5	39.9
Même droit constaté par l'exercice.	38.2	1/5	7.6
Taxe de remplacement à Paris . .	38.2	»	»
Droit d'entrée.	12.1	»	»
Surtaxe sur les vins alcoolisés, etc.	2.8	»	»
	290.9	»	47.5
Bières.			
Droit de fabrication, etc.	23.9	1/3	7.9
TOTAL GÉNÉRAL POUR LES BOISSONS.	**469**	**13.9** 0/0	**65.3**

On voit que sur 469 millions de droits relatifs aux boissons, nous ne comptons pas plus de 65 millions à la charge de la population agricole. C'est une proportion qui atteint seulement 13.9 p. 100. Pour justifier nos évaluations, nous avons noté dans le tableau précédent les taxes qui n'atteignent pas la population des campagnes. Il est évident, par exemple, que les droits de remplacement perçus à Paris ou à Lyon, la taxe unique, et les droits d'entrée ne pèsent pas sur les agriculteurs. Ceux-ci n'acquittent aussi qu'une très faible partie des droits de circulation

sur les vins ou les cidres, et de la taxe de consommation sur les eaux-de-vie, absinthes et liqueurs.

Voici, maintenant, les évaluations relatives aux autres contributions indirectes :

TABLEAU II. — Charges fiscales de la population agricole.

3° IMPOTS INDIRECTS DIVERS ET PRODUITS DES MONOPOLES.

NATURE DES DROITS	PRODUIT total.	FRACTION attribuée à la population agricole.	SOMME supposée acquittée par la population agricole.
Sels.	millions.		millions.
Taxe perçue par le service des contributions indirectes	10.9	1/2	5.4
Taxe perçue par le service des Douanes	22.2	1/2	11.1
Sucres.			
Taxe perçue par le service des contributions indirectes	162.0	1/3	54.0
Taxe perçue par le service des douanes	41.8	1/3	13.9
Sucres pour sucrage	5.2	totalité.	5.2
Allumettes.			
Ventes à l'intérieur	24.6	1/3	8.2
Huiles végétales et autres	2.2	1/4	0.5
Stéarine et bougies	8.4	1/3	2.8
Vinaigres et acide acétique	3.0	1/3	1.0
Chemins de fer	51.9	1/3	17.3
Voitures publiques	5.1	1/3	1.7
Droits divers.			
Licences, droit de garantie, cartes, casernements, amendes, etc.	49.5	1/5	9.9
Tabacs.			
Ventes à l'intérieur	373.5	1/4	93.3
Ventes dans les pays de zones	21.7	1/4	5.4
Poudres.			
Poudre de chasse seule, intérieur et zones	4.9	1/4	2.2
Douanes (sucres et sels non compris)	366.7	1/3	122.2
TOTAUX	1153.6	30.6 0/0	354.1

La fraction de ces impôts et produits de monopoles, attribuée par nous à la population agricole représente 30.6 p. 100. Sans doute, il est permis de discuter ces évaluations ; elles ne peuvent

avoir un caractère de certitude rigoureuse. Nous pensons avoir seulement tenu compte 1° de l'importance relative de la population agricole qui ne représente guère plus de 48 p. 100 de la population totale ; 2° des habitudes de vie et du degré de richesse des agriculteurs ; 3° du caractère spécial de certaines taxes. Il est clair, en effet, que le produit des monopoles ne constitue pas simplement un impôt. Lorsqu'on achète de la poudre, des allumettes et du tabac, le prix de la marchandise livrée ne représente pas une taxe. Cette marchandise aurait une valeur, alors même que l'État ne se serait pas attribué le monopole de sa fabrication et de sa vente. Enfin, il nous paraît évident que certains impôts comme ceux qui se rapportent aux droits sur les transports par chemins de fer, ou par voitures publiques, les taxes de licences payées par les débitants de boissons, etc., etc., ne sont pas acquittés par la population agricole dans la même proportion que par les autres classes.

En un mot, sans avoir la prétention de résoudre le problème presque insoluble d'une répartition exacte des charges publiques, nous pensons que notre évaluation est acceptable.

Voici, maintenant, groupées en un seul tableau les charges déjà calculées :

TABLEAU III. — Résumé des charges fiscales de la population agricole.

	francs.
Impôts directs	142.800.000
Droit d'enregistrement et de timbre	101.200.000
Impôt des boissons	65.300.000
Impôts indirects et produits des monopoles de l'État.	354.100.000
Total	662.600.000

Ce total de 662 millions de francs représente, croyons-nous, assez exactement le montant des charges fiscales de la population agricole.

CONCLUSIONS

Pour savoir quel est le poids relatif de ces impôts, il est, maintenant, indispensable de déterminer avec une approximation suffisante les différents revenus sur lesquels ils sont prélevés. Nous ne parlons ici, bien entendu, que des revenus provenant de la

terre, de sa location ou de son exploitation, des gages et des salaires. S'il nous fallait chercher à déterminer la richesse véritable des agriculteurs, supputer le nombre des valeurs mobilières françaises ou étrangères qu'ils possèdent, y joindre le total des dépôts faits dans les caisses d'épargne, et la hauteur des piles d'écus rangés dans les armoires, nous ne pourrions pas aboutir à une conclusion. Nous aurions également pour devoir, de tenir compte des impôts qui peuvent grever la richesse acquise, comme la taxe de 4 p. 100 sur le revenu des valeurs mobilières. Un pareil travail est au-dessus de nos forces.

Nous croyons simplement que les revenus visibles de la population agricole sont constitués : 1° par la valeur locative (ou revenu net) des propriétés rurales, *déduction faite des charges déjà calculées qui la grèvent*; 2° par les profits réalisés par les *entrepreneurs de culture*, propriétaires-cultivateurs, fermiers et métayers ; 3° par les salaires et gages prélevés eux aussi sur le produit brut de l'agriculture. Nous laissons de côté la valeur locative des habitations occupées par les journaliers propriétaires. Ce revenu sera compensé par une omission toute volontaire que nous ferons tout à l'heure en négligeant les charges relatives aux droits de mutation ou transmission qui s'y rapportent.

Comme nous l'avons indiqué dans la première partie de ce travail, le revenu net des propriétés non bâties s'élevait, en 1879, à 2 milliards 645 millions de francs. En faisant subir à cette somme une réduction de 25 p. 100 pour tenir compte très largement des effets de la crise actuelle, il reste environ 1,984 millions. Il convient d'ajouter à cette somme 350 millions correspondant à la valeur locative des bâtiments ruraux dont les charges ont été comptées à part [1].

Les revenus de la propriété rurale s'élèvent donc très vraisemblablement à 2,334 millions de francs. Déduction faite des impôts montant à 286 millions, il reste seulement un revenu disponible de 2,048 millions.

D'autre part, les bénéfices des entrepreneurs de culture sont évalués dans l'enquête agricole de 1882 à 1,155 millions de francs.

1. Nous ne discutons pas ici la question de savoir si les bâtiments ruraux ont une valeur locative distincte de celle des terres. Ayant tenu compte de l'impôt sur les propriétés bâties qui grève les bâtiments ruraux, il nous paraît logique d'évaluer ici leur revenu.



Nous réduirons ce chiffre de 25 p. 100, pour tenir compte des conséquences de la crise actuelle. Enfin, les gages et salaires, évalués en 1882 à 4,150 millions, n'ont probablement pas subi de diminution sensible ; nous conserverons le chiffre de 4 milliards.

En résumé, les revenus disponibles de la population agricole nous paraissent être les suivants :

	francs.
Revenu des propriétaires.	2.048.000
Profits des exploitants	867.000
Gages et salaires	4.000.000
TOTAL.	6.915.000

Comparées à ce total, les charges fiscales, évaluées par nous à 662 millions, représentent 9.5 p. 100 des revenus, profits et salaires, prélevés sur le produit brut de l'agriculture française.

Il nous semble que l'on pourrait maintenant examiner la question des droits de transmission relatifs à la propriété rurale. S'il ne nous paraît pas démontré que ces droits, beaucoup trop élevés malheureusement, doivent être retranchés du revenu net des héritages ruraux, nous sommes d'avis qu'ils grèvent l'ensemble des revenus des propriétaires et de la population des campagnes. On peut, en tout cas, les comparer aux revenus que nous venons de calculer. C'est là, tout au moins, un renseignement utile et intéressant. Or, les droits de transmission et de mutation par décès se rapportant aux immeubles s'élevaient, en 1892, à 245 millions.

La valeur des propriétés non bâties étant à peu près double de celle des propriétés bâties, nous compterons les 2/3 de ce chiffre à la charge des revenus agricoles. On obtient ainsi 163 millions, en chiffres ronds. Si l'on ajoute 163 millions aux 662 millions déjà indiqués, les charges fiscales de la population rurale s'élèvent à 825 millions de francs et représentent 11.9 p. 100 des revenus de la propriété rurale et de l'agriculture.

En admettant même que cette proportion soit trop faible, et nous ne le pensons pas, on est loin d'arriver à ces conclusions bizarres et douloureuses auxquelles ont abouti ceux qui voudraient nous faire voir dans l'agriculture la « bête de somme » du budget. Pas plus que le propriétaire rural, l'agriculteur n'abandonne au fisc le *quart* de son revenu.

Notre législation financière, malgré ses imperfections et ses

erreurs, ne doit pas être accusée de la monstrueuse iniquité qu'on lui reproche. Nous avons la ferme conviction qu'une répartition réellement équitable des impôts ne fait pas peser, en général, un trop lourd fardeau sur nos populations rurales, dont nous pensons mieux servir la cause en leur disant la vérité qu'en leur montrant dans les charges fiscales qu'elles supportent un reste du servage d'autrefois ou des iniquités si longtemps subies dans le passé.

NOUVELLES RECHERCHES

SUR LA

RESPIRATION DES FEUILLES

PAR

M. L. MAQUENNE

Docteur ès sciences, Assistant au Muséum d'histoire naturelle.

Les nombreux travaux auxquels a donné lieu l'étude de la respiration végétale ne nous ont encore aucunement renseignés sur la nature intime de ce phénomène. Sans doute elle a pour cause essentielle la combustion lente de quelque principe organique peu stable, mais à quel moment ce principe apparaît-il dans la plante? Se forme-t-il à la lumière ou à l'obscurité? Sa composition reste-t-elle invariable quand les conditions extérieures se trouvent modifiées? Enfin est-il susceptible, sous certaines influences, de s'accumuler dans l'organisme qui le produit et peut-il alors rendre sa respiration plus active?

Aucune de ces questions, à ma connaissance, n'a encore trouvé de réponse; les expériences qu'il me reste à décrire me paraissent de nature à jeter quelque jour sur ce sujet délicat.

Il est bien connu, depuis les recherches de MM. Dehérain et Moissan[1], que la respiration des feuilles s'accélère à mesure que la température s'élève; on sait de même, et nous avons, M. Dehérain et moi, consacré un long mémoire à ce sujet[2], que le rapport $\frac{CO^2}{O}$ de l'acide carbonique émis à l'oxygène absorbé par des feuilles

1. *Annales des sciences naturelles, Botanique*, t. XIX, 1874.
2. *Annales agronomiques*, t. XII, p. 145.

maintenues à l'abri de la lumière, change aussi avec la température et croît généralement avec celle-ci.

Ces résultats peuvent s'interpréter, soit en admettant que la chaleur favorise, par une exagération des fonctions vitales, la production du principe combustible admis plus haut, soit en supposant que l'effet d'une élévation de température est d'accélérer la combustion, quelle que soit d'ailleurs la quantité de combustible présente; dans aucun cas, ils ne permettent de faire un choix entre ces deux hypothèses et laissent, par conséquent, la question primordiale irrésolue.

J'ai cru intéressant de reprendre cette étude comparative en modifiant, non plus la température, dont l'influence est trop complexe, mais bien la composition de l'atmosphère ambiante, en privant celle-ci momentanément d'oxygène.

On sait depuis longtemps qu'en l'absence d'oxygène les feuilles vivantes continuent à émettre de petites quantités d'acide carbonique; M. Müntz a reconnu qu'il y a alors production d'alcool, la respiration intra-cellulaire n'est donc qu'une manifestation de la vie sans air, en d'autres termes un phénomène de fermentation, d'ailleurs peu active et presque négligeable par rapport à la respiration normale.

Il est clair que, dans ces conditions, les rapports de la plante avec l'extérieur sont totalement suspendus; si donc elle élabore constamment quelque substance oxydable par simple exposition à l'air, celle-ci devra alors s'accumuler dans ses tissus et, si notre première hypothèse est exacte, manifester ultérieurement sa présence par une exaltation des phénomènes de respiration normale.

C'est, en effet, comme nous allons le voir, ce qui a lieu toutes les fois qu'on replace dans l'air des feuilles qui ont été maintenues sous vide pendant quelques heures. La méthode exige évidemment que les feuilles employées résistent à ce régime assez anormal; un grand nombre d'espèces sont dans ce cas; d'autres, au contraire, surtout celles dont le parenchyme est mince, ne tardent pas à périr : on en est averti par un changement sensible de leur coloration et par le développement d'une odeur particulière; celles-ci doivent être absolument mises de côté et nous n'avons tenu compte que des résultats fournis par des feuilles saines, bien vivantes et sur lesquelles on ne pouvait découvrir aucune trace d'altération.

Dans toute cette étude, on s'est servi de la méthode que nous avons déjà employée, M. Dehérain et moi, dans des recherches analogues, et que nous avons décrite dans notre Mémoire cité plus haut. Les feuilles étaient placées dans des tubes de 40 centimètres cubes environ de capacité intérieure, munis d'un bon robinet à l'une de leurs extrémités, fermés à l'autre par une lame de verre mastiquée à la cire; on commençait par faire le vide au moyen de la trompe à mercure, puis, après quelque temps, on extrayait, toujours à la trompe, l'acide carbonique produit par la respiration interne et on laissait rentrer de l'air pur à la pression atmosphérique. Celui-ci était extrait à son tour, au bout d'une heure ou deux, et finalement analysé dans l'eudiomètre de M. Schlœsing.

Le volume de l'air initial pouvant se réduire du volume de l'azote trouvé à la fin de l'expérience, on avait ainsi toutes les données nécessaires au calcul des échanges gazeux et en particulier à la détermination du rapport $\frac{CO^2}{O}$.

Il n'y avait plus alors qu'à comparer les résultats à ceux que fournissent les mêmes feuilles à l'état normal; une expérience parallèle, dans laquelle on ne maintenait le vide que le temps juste nécessaire à l'extraction des gaz, était à cet effet conduite en même temps, à la même température et avec le même poids de feuilles, choisies aussi semblables que possible aux premières et toujours cueillies sur le même sujet.

Dans le tableau qui suit, on n'a pas cru devoir rapporter tous les détails d'analyse; on y a inscrit seulement le volume des gaz recueillis, leur composition et la valeur du rapport $\frac{CO^2}{O}$ qui en résulte. Je rappellerai, conformément à nos conclusions de 1886, que la valeur de ce rapport, établie par la méthode du vide, est sûrement approchée à un vingtième près; l'erreur possible sur les nombres de la dernière colonne est donc au maximum égale à cinq unités du deuxième ordre décimal; quant aux volumes absolus des gaz, on peut les considérer comme exacts à trois centièmes de centimètre cube près.

On voit immédiatement, à l'examen de ces chiffres, que la quantité d'acide carbonique émis par les feuilles qui ont séjourné dans le vide est toujours supérieure à celle que donnent les feuilles normales : la différence est quelquefois du simple au double, ainsi qu'on l'observe pour la giroflée ; dans l'expérience VIII, toujours

ESPÈCES ÉTUDIÉES	POIDS des feuilles.	TEMPÉRATURE	SÉJOUR dans le vide.	CO² émis dans le vide.	SÉJOUR dans l'air.	COMPOSITION DU GAZ FINAL CO²	O	Az	Total.	OXYGÈNE absorbé.	$\frac{CO^2}{O}$
	gr.	degrés.	heures.	c. c.	heures.	c. c.	c. c.	c. c.	c. c.	c. c.	
I. Fusain du Japon	2 75	22	7	1.8	2	2.12	5.75	29.73	37.60	2.13	0.99
	2 75	22	»	»	2	1.59	6.76	30.15	38.50	1.24	1.28
II. Fusain du Japon	3 05	16	4 30	1.4	1 30	1.59	6.24	30.27	38.10	1.79	0.89
	3 05	16	»	»	1 30	0.99	6.86	28.95	36.80	0.81	1.22
III. Fusain du Japon	3 25	14	4	1.2	1 30	1.34	6.24	29.12	36.00	1.48	0.91
	3 25	14	»	»	1 30	0.92	6 75	28.33	36.00	0.76	1.21
IV. Fusain du Japon	4 3	20	4	1.7	1	1.90	5.90	29.60	37.40	1.95	0.97
	4 3	20	»	»	1	1.48	6.22	27.80	35.50	1.15	1.29
V. Lilas	4 55	18	4	2.5	1	2.02	5.44	27.84	35.30	1.94	1.04
	4 55	18	»	»	1	1.39	6.06	28.25	35.70	1.43	0.97
VI. Lilas	2 95	21	4	2.0	1	1.51	6.57	30 32	38.40	1.47	1.03
	2 95	21	»	»	1	0.80	6.61	28.09	35.50	0.84	0.95
VII. Lilas	3 8	21	4	2.5	1	1.96	5.67	28.27	35.90	1.82	1.07
	3 8	21	»	»	1	1.07	6.35	28.38	35.80	1.17	0.91
VIII. Giroflée	3 7	18	5	1.9	1	2.43	5.93	30.14	38.50	2.06	1.18
	3 7	18	»	»	1	1.22	6.34	28.74	36.30	1.28	0.95
IX. Giroflée	3 75	20	4	2.0	1	2.76	5.13	28.31	36.20	2.38	1.16
	3 75	20	»	»	1	1.87	5.81	28.72	36.40	1.81	1.03
X. Aster	3 2	20	4	1.9	1	2.47	5.44	28.89	36.80	2.22	1.11
	3 2	20	»	»	1	1.52	5.87	28.11	35.50	1.58	0.96
XI. Buis	4	20	4	2.0	1	1.54	5.85	28.01	35.40	1.57	0.98
	4	20	»	»	1	1.34	6.40	29.46	37.20	1.41	0.95

elle surpasse de beaucoup les erreurs de mesure et d'analyse évaluées ci-dessus. Il y a donc là un fait réel et constant, au moins pour les espèces végétales étudiées, d'autant plus curieux que, avant leur mise en expérience, les feuilles avaient déjà dégagé, dans le vide, une certaine quantité de gaz.

La comparaison des volumes d'oxygène absorbé conduit aux mêmes conclusions, les nombres relatifs aux feuilles maintenues sous vide surpassent encore, sans aucune exception, ceux que fournissent les mêmes organes dans les conditions ordinaires, et l'écart est du même ordre que celui que nous venons de constater pour l'acide carbonique, c'est-à-dire considérable et absolument en dehors de toute cause d'erreur expérimentale.

Il résulte de là que les échanges gazeux qui se produisent entre les feuilles vivantes et l'air, à l'obscurité, se trouvent activés par un séjour préalable dans le vide et, en conséquence, que la respiration semble bien, comme nous l'avions admis plus haut, résulter d'une combustion lente de certains principes élaborés par le végétal. Si maintenant on soumet les chiffres précédents à un examen plus approfondi, on ne tarde pas à remarquer que l'accroissement du dégagement d'acide carbonique est loin d'être proportionnel à celui de l'absorption d'oxygène : tantôt il le dépasse, tantôt il lui reste inférieur, si bien que le rapport $\frac{CO^2}{O}$, toutes les autres conditions étant du reste exactement semblables, se trouve être profondément modifié en même temps que ses deux termes.

Le sens de cette modification est fixe pour une même espèce, mais il varie d'une espèce à l'autre : le fusain, pour lequel on trouve, à l'état normal, un rapport $\frac{CO^2}{O}$ exceptionnellement élevé, égal à 1,25 en moyenne dans nos expériences, ne donne plus que 0,94 après un séjour de quatre heures dans le vide ; la giroflée et l'aster, au contraire, dont les coefficients respiratoires sont ordinairement voisins de l'unité, donnent dans les mêmes conditions des rapports supérieurs à 1,1.

Il y a donc là quelque chose de tout à fait spécial, caractéristique, en quelque sorte, de chaque espèce, et qui doit tenir à la différence de composition chimique des sucs cellulaires ; dans l'ignorance complète où nous sommes de celle-ci il nous est impossible d'insister sur ce phénomène curieux ; cependant, il nous paraît nécessaire de faire remarquer une fois de plus, à ce sujet, combien sont complexes ces rapports de la plante avec l'atmos-

phère extérieure, que l'on croyait autrefois si parfaitement simples. Se fondant sur ce que parfois le rapport $\frac{CO^2}{O}$ est inférieur à 1, on a enseigné qu'il doit l'être toujours, ou que sa valeur est fixe pour une espèce déterminée; puis il a fallu reconnaître, à la suite de nos recherches[1], que souvent il surpasse l'unité et que la température exerce sur lui une influence indéniable; M. Schlœsing fils[2] a fait voir, par l'étude de la végétation dans une atmosphère confinée, que l'on ne saurait expliquer le développement d'une plante entière que par une perte d'oxygène éliminé sous forme d'acide carbonique pendant l'acte de la respiration nocturne; voici enfin que le rapport $\frac{CO^2}{O}$ varie dans des limites extraordinairement étendues quand la plante est restée, pendant même un temps très court, privée d'oxygène : c'est donc, en définitive, une quantité essentiellement variable, dont la valeur est en relation étroite avec la composition des tissus, et qui se modifie sous toutes les influences qui peuvent faire changer cette dernière.

Quelles que soient d'ailleurs ces influences, il est manifeste que, dans les expériences précédentes, les deux termes du rapport $\frac{CO^2}{O}$ varient davantage encore que ce dernier; nous pouvons donc dire, d'une manière générale et cette fois sans faire aucune distinction d'espèces, parmi celles que nous avons étudiées, que la privation momentanée d'oxygène a pour effet d'accélérer les phénomènes de combustion interne, et enfin, pour expliquer cette accélération elle-même et sous forme de conclusion :

Dans l'acte de la respiration nocturne des plantes, les choses se passent comme s'il y avait combustion lente d'un principe élaboré sur place, qui continue à se former et, par conséquent, s'accumule en l'absence d'oxygène.

1. Dehérain et Maquenne, *Annales agronomiques, loc. cit.*
2. *Comptes rendus*, t. CXV, p. 881 et 1017.

CONTRIBUTION

A LA

SYSTÉMATIQUE DU BLÉ CULTIVÉ

PAR

M. J. ERIKSSON[1]

Le savant suédois nous donne d'abord un intéressant historique des classifications des blés cultivés. Je dépasserais de beaucoup les limites d'une simple analyse si je suivais l'auteur dans toutes ses considérations, descriptions et critiques, je craindrais d'autre part de ne rien apprendre au lecteur si je me bornais à une simple appréciation; je prends donc le parti de présenter sous la forme de tableaux d'une lecture facile, les classifications les plus importantes et de résumer le travail personnel de M. Eriksson de manière à pouvoir le mettre simplement à la suite.

On aura ainsi un aperçu sensiblement complet de tout ce qui a été fait d'important sur la classification si difficile des blés.

1. — *Classification de Séringe* (1818)[2].

Triticum vulgare comprenant le blé ordinaire et le blé nain. On distingue dix groupes désignés par des lettres :

A. Épi lâche, barbu, blanc, glabre.
B. Épi lâche, barbu, blanc, velouté.
C. Épi lâche, barbu, brunâtre, glabre.
D. Épi lâche, barbu, brunâtre, velouté.
E. Épi lâche, imberbe, blanc, glabre.
F. Épi lâche, imberbe, blanc, velouté.
G. Épi lâche, imberbe, brunâtre, glabre.
H. Épi lâche, imberbe, brunâtre, velouté.
I. Épi dense, barbu, blanc, glabre.
J. Épi dense, imberbe, brunâtre, glabre.

1. Beitræge zur Systematik des kultivierten Weizen, *Landwirthsch. Versuchsstat.* XLV, 37-135.

2. Séringe, *Monographie des céréales de la Suisse*, Berne, 1818. Il faut citer comme précurseurs de Séringe, sans compter Linné (*hortus Upsaliensis*, 1748) qui partageait les formes cultivées, nos *Triticum vulgare* et *compactum*, en deux espèces, *Tr. æstivum* ou blé d'été, barbu, et *Tr. hybernum*, blé d'hiver, sans barbes, (cette idée que tout blé d'été est barbu et tout blé d'hiver sans barbes s'est maintenue auprès des contemporains de Linné et de ses plus proches successeurs), Lamarck (*Encyclopédie méthodique*, *Botanique*, t. II, Paris et Liège, 1786, 554), et Villars (*Histoire des plantes du Dauphiné*, t. II, Grenoble, Lyon et Paris, 1787, 155).

Sous ces diverses rubriques sont citées des variétés françaises, allemandes et anglaises, en petit nombre cependant et sans aucune indication sur leurs caractères et leur provenance.

2. — *Classification de Metzger* (1824)[1].

Se rattache directement à celle de Séringe avec multiplication des formes :

I. — Épi lâche, barbu.
- A. blanc.
  - 1. glabre.
  - 2. velouté.
- B. brunâtre.
  - 1. glabre.
  - 2. velouté.
- C. brun, lisse.
- D. bleuâtre, lisse.
- E. noir, velouté.

II. — Épi lâche, imberbe.
- A. Épi blanc.
  - 1. glabre.
    - *a.* grains blancs.
    - *b.* chaume brunâtre.
    - *c.* grains jaune d'or.
  - 2. velouté.
- B. Épi brunâtre.
  - 1. glabre.
  - 2. velouté.
- C. Épi jaune lisse.

III. — Épi dense.
- A. Épi barbu, blanc.
  - 1. glabre.
  - 2. velouté.
- B. Épi imberbe, brunâtre, glabre.
  - 1. à grains jaune d'or.
  - 2. à grains blancs.

3. — A. Desvaux[2], en 1833, a considéré comme appartenant à une seule et même espèce botanique, non seulement les blés vulgaires et nains, mais encore les *T. turgidum*, *durum*, *Spelta*, *dicoccum* et *monococcum*, mais cette

1. J. Metzger, *Europæische Cerealien*, Heidelberg, 1824. — Je donne au tableau une forme analytique plus synoptique que celle que l'on obtient en ne formant qu'une seule série linéaire.

2. A. Desvaux, Mémoire sur les froments cultivés en France, *Travaux de la Société d'Angers*, 1833. — Voyez également : Pourrat frères, *Cours complet d'Agriculture*, 1836.

grande espèce est subdivisée en un nombre incalculable de variétés, toutes dotées de noms latins. Personne n'ayant suivi cet auteur, nous pouvons nous contenter de renvoyer à l'ouvrage original ceux qui désireraient poursuivre cette étude historique d'une manière plus approfondie.

4. — J. W. Krause (1835)[1] a fourni une grande monographie dans laquelle les séries de formes sont élevées à la dignité de familles. Ainsi la famille du *Triticum vulgare* comprend 18 espèces dont les 8 premières appartiennent au groupe α, à épis barbus, les espèces 9 à 14 au groupe б, à épis sans barbes, et les espèces 15 à 18 au groupe γ, à épis compacts. Krause n'admet pas de passage entre les blés barbus et les blés sans barbes et il pense que les glumelles glabres ou velues chez les blés barbus blancs sont des caractères d'espèces. Il refuse toute valeur taxinomique à la forme et à la consistance du grain, ce qui ne l'empêche pas d'y recourir lui-même à propos de la distinction de deux espèces du blé massue à épi blanc et lisse. En un endroit la durée de la plante passe pour être un caractère spécifique; il sépare en effet les blés hérissons d'hiver et d'été. Pour être juste il faut dire que, les vocables de famille et d'espèce étant pris ici dans un sens très différent du sens ordinaire, ces exagérations sont plus apparentes que réelles.

Il est très curieux que Krause comme d'ailleurs Metzger décrit et figure les épis des blés nains plus longs et plus étroits qu'ils ne sont aujourd'hui. Ainsi, chez Metzger, ces épis ont une longueur de rachis de 49 à 62 millimètres, alors qu'ils sont aujourd'hui compris entre 21 et 61 et dépassent rarement 50 millimètres. Peut-être la différenciation des formes naines a-t-elle fait des progrès dans les soixante-dix années écoulées depuis la publication de l'ouvrage de Metzger.

En 1841, Metzger[2] a réédité son ancienne classification avec cette très légère modification que les formes II A *1*, *a* et *b* ont été confondues en une seule parce que la culture prolongée les a fait passer l'une dans l'autre.

Metzger énonce des principes taxinomiques vraiment très sages, mais il est malheureusement impuissant à les mettre logiquement en œuvre, d'où résultent de nombreuses contradictions.

Les caractères constants doivent servir à distinguer les espèces. Ni la durée ni le revêtement pileux des balles, ni la ramification de l'épi, ni la présence des barbes, ni la densité de l'épi ne sont constants, et, par conséquent, ne peuvent servir qu'à caractériser des variétés.

M. Eriksson fait remarquer que cependant les faits qui tendraient à démontrer cette inconstance sont peu nombreux et incertains.

5. — En 1842, Séringe a publié un grand ouvrage sur les céréales d'Europe[3]; on y voit d'abord comment les anciens auteurs depuis Bauhin et Cherler (1651) et Linné (1753) ont classé les blés connus à ces époques. Il érige ensuite pour les blés cultivés trois genres : 1. *Triticum* (Froment) avec les

1. J. W. Krause, *Abbildung und Beschreibung aller bis jetzt bekannten Getreidearten*, Leipzig, 1835-1837.

2. J. Metzger, *Landwirthschaftliche Pflanzenkunde*, Heidelberg, 1841.

3. N. C. Séringe, Céréales européennes, second article, Gen. III, Froment., *Ann. des sc. phys. et nat. d'Agriculture et d'Industrie*, Lyon, 1842, 103-193.

espèces *vulgare*, *turgidum*, *durum* et *Polonicum*; 2. *Spelta* (Épeautre) avec les espèces *Tr. Spelta* et *dicoccum*; 3. *Nivieria* (Niviérie), le *Tr. monococcum.*

Le *Tr. vulgare* qui, par sa complication, doit nous intéresser davantage est divisé en variétés et les variétés se disloquent en variations d'après le tableau suivant, qui ne comprend d'ailleurs aucune description détaillée à l'exception de quelques notes où les phrases de Metzger ont été traduites presque mot à mot. La synonymie est au contraire très complète.

Triticum vulgare (Froment Touzelle).

Var. 1. *Suiselle* (variations A.-H.).
Épi lâche, barbu.
Épi blanc (AB); épi rouge (CD); épi brun (EF); épi bleu (G); épi noir (H).
Var. 2. *Lammas* (variations I.-N.).
Épi lâche, sans barbes.
Épi blanc (IJ); épi rouge (KL); épi brun (M); épi noir (N).
Var. 3. *Intermédiaire* (variations O.-P).
Épi lâche en bas, compact en haut, sans barbes.
Épi blanc (O); épi rouge (P).
Var. 4. *Hérisson* (variations Q.-T).
Épi compact, barbu.
Épi blanc (QR); épi rouge (S); épi noir (T).
Var. 5. *de Crète* (variations U.-X).
Épi compact, imberbe.
Épi blanc (UX); épi rouge (V).

Nous pouvons passer sous silence les tentatives peu heureuses de Dietrich [1] Jessen [2] et Kœnig [3], pour nous occuper de suite d'un travail beaucoup plus important d'Alefeld (1866) [4].

6. — *Classification d'Alefeld* (1866).

I. — *Triticum vulgare.*

A. *Tr. v. durum* (Blé dur).
B. *Tr. v. turgidum* (Poulard).
C. *Tr. v. compositum* (Miracle).
D. *Tr. v. compactum*, Épi dense.
Comprend 5 variétés dont 3 à barbes (hérissons) et 2 sans barbes, distinctes par la couleur, blanche ou brunâtre, le revêtement pileux des glumelles (lisses, velues) et la couleur du grain, blanche ou jaune.

1. D. Dietrich, *Deutschlands œkonomische Flora*, T. III, 1re part., Iéna, 1843, p. 3-10.
2. C. F. W. Jessen, *Deutschlands Græser und Getreidearten*, Leipzig, 1863, 190-195.
3. E. F. C. Kœnig, *Abbildung und Beschreibung der nützlichsten Getreidearten*, Ravensburg, 1868, 9-11.
4. F. Alefeld, *Landwirthschaftliche Flora oder die nutzbaren kultivierten Garten- und Feldgewæchse Mitteleuropas*, Berlin, 1866.

E. *Tr. v. muticum*, Épi lâche sans barbes.
 Comprend 6 variétés diverses par leur couleur blanche, jaune, brune ou rouge, par le système pileux des glumelles, par la couleur du grain, jaune ou blanche.

F. *Tr. v. aristatum*, Épi lâche, barbu.
 Comprend 8 variétés de couleur diverse, blanche, rouge, brune, bleue ou noire, à glumelles lisses ou velues; les unes sont d'hiver, les autres d'été.

II. — *Deina* (*Tr. Polonicum*).

7. — *Classification de G. Heuzé*[1] (1872).

L'auteur ne décrit pas moins de 116 formes de blé et la nomenclature, synonymes compris, cite environ 700 noms dont 602 se rapportent au blé commun; ces 602 noms se décomposent en 47 correspondant à des formes décrites et 555 synonymes.

Heuzé énumère 7 espèces. La première, le blé vulgaire et le blé nain, se subdivise en 2 divisions reposant sur la présence ou l'absence des barbes. Les divisions se partagent respectivement en 5 et 4 groupes pour la constitution desquels on a utilisé la couleur des glumes et glumelles, la présence et l'absence des poils. Les classes, qui viennent ensuite, s'adressent à la construction de l'épi, à ses longueur, largeur, rigidité, densité, à la direction des épillets, à la pointe des glumelles, etc. Seule la classe 11 se partage encore en 2 catégories basées sur la consistance farineuse ou vitreuse des grains.

Voici la disposition des groupes :

Division 1. — Sans barbes.

Groupe 1. — Épi blanc jaunâtre, lisse, très dense, demi-comprimé ou raide, ferme. (Classes 1-14).
Groupe 2. — Épi blanc, rouge brun ou brun, velu. (Classe 15).
Groupe 3. — Épi d'un éclat rouge-clair, un peu lâche, tordu. (Classe 16.)
Groupe 4. — Épi d'un rouge cuivré, lisse. (Classes 17-24).
Groupe 5. — Épi rouge, lâche, velu. (Classe 25).

Division 2. — Barbus.

Groupe 6. — Épi blanc jaunâtre, lisse. (Classes 26-30).
Groupe 7. — Épi blanc jaunâtre, velu. (Classe 31).
Groupe 8. — Épi rouge, lisse. (Classe 32).
Groupe 9. — Épi rouge velu. (Classe 33).

Les figures qui accompagnent l'ouvrage sont excellentes, mais malgré cela il est bien difficile de déterminer avec certitude un blé donné. Cela tient

1. G. Heuzé, *Les Plantes alimentaires*. Ouvrage accompagné d'un atlas contenant 102 épis de céréales de grandeur naturelle, I, Paris, 1872.

surtout à ce que les différences tirées de la structure de l'épi sont trop souvent incertaines, flottantes, que les caractères se confondent et découragent les meilleures volontés.

8. — *Classification de Kœrnicke* (1873)[1].

Kœrnicke s'est contenté de développer le système d'Alefeld; dans la seconde de ses publications (1885) il a porté le nombre des variétés du blé ordinaire à 22 et celui du blé nain, en comptant 3 variétés abyssiniennes, à 21.

Les principes systématiques qui l'ont guidé sont la présence ou l'absence des barbes reconnue constante de génération en génération; le revêtement pileux des glumes et glumelles, également constant, même quant à sa densité; la couleur des glumelles (blanche, rouge, rouge-bleu, gris-bleu, noire), la couleur des grains (blanche ou rouge) et dans un cas des barbes (rouge ou noire).

L'auteur paraît avoir si peu douté de la constance des colorations des glumelles, qu'il n'en parle guère; seule la fixité relative de la coloration noire avait attiré plus particulièrement son attention, apparemment parce qu'on avait cru remarquer que la coloration noire ne se maintenait pas en Allemagne. Des observations poursuivies à Poppelsdorf pendant dix-sept années, et dans la Prusse orientale pendant huit annés, ont démontré le contraire, du moins pour la variété qu'on avait en vue, le *Triticum dicoccum* var. *atrata*. Ce qui est vrai, c'est que l'intensité du noir change beaucoup selon la température de l'année; la chaleur est nécessaire pour que cette coloration soit très vive; on l'a vue s'effacer presque jusqu'au blanc, mais le noir foncé a réapparu l'année suivante.

La couleur normale du grain mûr serait blanche ou rouge, rarement brun-violet; le rouge garance et le rose seraient tout à fait anormaux; le blanc est parfois jaunâtre. Les changements de coloration dépendent de la chaleur de l'été, quelquefois aussi du sol.

Trois variétés africaines dont deux appartiennent au *Tr. durum*, ont des grains bruns ou rouge pourpre. Il existe une variété à grains rouge foncé dans la Chine centrale.

Kœrnicke distingue en outre les grains vitreux et farineux ou mi-partie farineux, mi-partie vitreux. Il s'occupe au contraire fort peu de la forme et de la structure de l'épi, sauf en ce qui concerne la séparation des *Tr. vulgare* et *compactum*.

1. F. Kœrnicke, *Systematische Uebersicht der Cerealien und monokarpischen Leguminosen aus dem œkonomisch-botanischen Garten zu Poppelsdorf bei Bonn, ausgestellt in Wien im Jahre* 1873. Bonn, 1873.

F. Kœrnicke und H. Werner, *Handbuch des Getreidebaues*. T. I. Die Arten u. Varietæten des Getreides, von F. Kœrnicke, Bonn, 1885.

9. — *Henry de Vilmorin* (1889)[1].

Le *Tr. sativum*, embrassant les blés vulgaires et les blés nains, comprend les noms de 667 sortes qui se groupent en 2 variétés, la première « sans barbes » renfermant 495 sortes partagées en 25 sections; la seconde « avec barbes » comptant 172 sortes en 9 sections. Les caractères des sections sont empruntés à la couleur (blanche ou rouge), des glumes et des glumelles, à la présence ou à l'absence des poils, à la couleur du grain, au rapport entre la longueur et la largeur de l'épi, à sa densité, à la rigidité du rachis, à la direction des épillets, à la nature pleine ou fistuleuse du chaume, etc.

10. — *Harz* (1885)[2] vient se ranger à peu près entre les auteurs français et allemands. Le *Tr. vulgare* se divise en deux groupes, la var. *mutica* et la var. *aristata*, dont chacun se partage en trois subdivisions distinctes par la couleur et le revêtement pileux des glumes et des glumelles. Ces subdivisions à leur tour se découpent en groupes plus petits caractérisés par « les épillets lâchement insérés, plus serrés ou très serrés (*Tr. compactum*) ». Viennent ensuite les variétés au nombre de 61, comprenant enfin en tout 179 sortes. Les caractères des variétés sont les nuances de coloris des épis, la longueur de la pointe des glumelles, la longueur et la densité des poils chez les formes velues, la largeur des épillets, la couleur des grains, la durée de la plante.

11. — *Classification du genre Triticum.*

Avant de reproduire la classification des blés cultivés d'après Eriksson, il me semble utile de donner un aperçu de la classification générale du genre *Triticum*. Je l'emprunterai à l'ouvrage le plus récent, c'est-à-dire à l'article Graminées que Hackel a publié dans le grand *Genera*, en cours de publication en Allemagne[3].

Triticum L. — Épi pourvu d'un épillet terminal qui est rarement atrophié, et d'un rachis fragile (excepté chez le plus grand nombre de formes cultivées); les 1-4 épillets inférieurs plus petits, dépourvus de barbes, stériles (quelquefois fertiles seulement chez des formes cultivées); fleurs, surtout les inférieures, très rapprochées les unes des autres. Glumes larges, obtuses, toujours terminées au moins par une dent obtuse ou aiguë ou par une ou plusieurs arêtes. Glumelles externes bombées sur le dos, souvent en forme de nacelle, plurinerviées, terminées par une ou plusieurs dents ou arêtes et pourvues sur les côtés de saillies dentiformes. Fruit très peu comprimé laté-

1. H. de Vilmorin, *Catalogue méthodique et systématique des froments qui composent la collection*. Paris, 1889. Ce travail est, au fond, une édition nouvelle augmentée de Louis de Vilmorin: *Essai d'un catalogue méthodique et synonymique des Froments*, 1850.

2. C. O. Harz, *Landwirthsch. Samenkunde*, Berlin, 1885.

3. *Die natürlichen Pflanzenfamilien*, Gramineæ par E. Hackel, IIe partie, 2e division, 80.



ralement, creusé d'un profond sillon, velu au sommet, libre. Graminées strictement annuelles.

Section I. Ægilops (L. comme genre). Glumes faiblement bombées, peu ou point carénées. 12 espèces de l'Europe méridionale et de l'Orient jusqu'à l'Afghanistan et au Turkestan.

L'*Æ. ovata* L. a des glumes terminées par 3-5 arêtes ; il forme un hybride avec le blé cultivé. L'*Æ. triuncialis* Gren. et Godr. a 3 arêtes aux glumes. Chez les deux, les épis se détachent en un tout au-dessous de l'épillet fertile le plus inférieur. Plusieurs espèces orientales présentent des glumes à arête unique ou même privées d'arête et les épillets se détachent séparément. Elles forment le passage à la section suivante.

Section II. Silopyros Hackel. Glumes fortement carénées. Comprend les céréales les plus importantes que l'on peut ramener à trois espèces.

a. Épillet terminal avorté, souvent à peine visible. Glumelle interne se séparant en deux pièces à la maturité; dent latérale de la glumelle externe aiguë.

1. *Tr. monococcum.*

b. Épillet terminal développé. Glumelle interne entière à la maturité ; dent latérale de la glumelle externe obtuse.

α. Glumes plus courtes que l'ensemble des glumelles, parcheminées ; glumelle interne aussi longue que l'externe.

2. *Tr. sativum.*

β. Glumes aussi longues ou plus longues que l'ensemble des glumelles, papyracées, lancéolées ; glumelle interne de la fleur inférieure moitié moins longue que l'externe.

3. *Tr. polonicum.*

1. *Tr. monococcum* L. (Engrain). Épi dense, à rachis fragile, même chez les formes cultivées; chaque épillet pourvu d'une arête ; seule, la fleur inférieure de chaque épillet, rarement également la fleur supérieure produit un grain.

La plante sauvage (*Tr. Bæoticum* Boiss., *Crithodium ægilopoïdes* Link) se distingue à peine de la plante cultivée à titre de variété. Son aire géographique s'étend depuis Achaia par la Thessalie, où elle couvre des collines entières, par la Serbie, l'Asie-Mineure, la Crimée, les pays caucasiques jusqu'à la Mésopotamie. On cultive l'engrain surtout en Espagne, rarement en France, en Allemagne (notamment dans le Wurtemberg et la Thuringe), et en Suisse, dans les terres maigres, impropres à la culture des autres blés et dans les expositions âpres. Sa culture remonte jusqu'aux temps les plus anciens; les fruits trouvés dans les cités lacustres de l'âge de pierre en Suisse, en Hongrie et aux environs de Hissarlik, l'antique Troie, d'après Schliemann, le prouvent. On l'emploie surtout pour la fabrication des semoules, etc., et pour l'alimentation du bétail. Il varie très peu.

2. *Tr. sativum* Lam. (sens élargi) (Blé proprement dit). On ne connaît pas

la forme sauvage. La culture l'a disloqué en une multitude de races et de variétés, parmi lesquelles celles à rachis fragile paraissent se rapprocher davantage de la forme originaire. Cette fragilité n'est d'ailleurs pas toujours la même, on y reconnaît des degrés et elle est plus ou moins en corrélation avec le caractère du fruit, plus ou moins étroitement enfermé dans les glumelles.

Il y a lieu de distinguer trois races :

I. — Rachis de l'épi fragile à la maturité ; grains enveloppés dans les glumelles et ne s'en détachant pas par le battage (quoique non soudés avec elles).

1. Épi lâche presque carré lorsqu'on le regarde d'en haut. Glumes largement tronquées, obtusément carénées et terminées par une dent médiane courte et obtuse.

a) Tr. sativum Spelta.

2. Épi très serré, comprimé latéralement. Glumes atténuées en pointe étroitement carénées et terminées par une dent médiane aiguë.

b). Tr. sativum dicoccum.

II. — Rachis de l'épi non fragile à la maturité. Grains visibles entre les glumelles divergentes, se détachant facilement.

c). Tr. sativum tenax.

a). Tr. sativum Spelta (*Tr. Spelta* L. Épeautre). Il y a des variétés barbues à épis velus ou glabres, blancs, gris-bleu ou rougeâtres. L'épeautre est une des céréales les plus anciennes. Les anciens Égyptiens la cultivaient plus que toute autre, elle était cultivée partout en Grèce et dans l'empire romain qui l'avait même répandue dans ses colonies. Aujourd'hui cette culture est en décadence, n'existe plus ni en Egypte, ni en Grèce, elle est devenue rare en Italie et en France et rétrograde même d'année en année dans l'Allemagne méridionale et en Suisse où elle s'est le mieux maintenue. Elle est encore de quelque importance dans le nord de l'Espagne. L'épeautre est à recommander dans les sols pauvres, elle est moins exigeante, plus sûre, moins exposée aux maladies que le blé vulgaire et résiste absolument aux attaques des moineaux, mais le blé vulgaire lui est supérieur dans les cultures rationnelles sur des sols de meilleure qualité.

b) Tr. sativum dicoccum (*Tr. dicoccum* Schrank, Blé amidonnier). Toujours barbu ; vu d'en haut, l'épi a la forme rectangulaire, étant plus large sur les faces à deux rangées d'épillets que sur celles à une seule. Il est cultivé depuis des temps immémoriaux (cités lacustres de Robhausen), mais il l'a toujours été sur une moindre échelle que l'épeautre. Actuellement on ne le rencontre plus guère que dans le midi de l'Allemagne, en Suisse, en Serbie, en Espagne et en Italie. C'est un blé d'été dont les grains sont surtout utilisés pour la fabrication des semoules et de l'amidon.

c). Tr. sativum tenax se divise en quatre sous-races peu distinctes, présentant de multiples formes de passage et se subdivisant elles-mêmes en de nombreuses variétés, d'après les barbes, les poils, la couleur des épis.



1. Glumes nettement carénées seulement dans la moitié supérieure, bombées ou faiblement carénées dans la moitié inférieure.

* Épi long, plus ou moins lâche, un peu comprimé du dos.

α. *Tr. sativum vulgare.*

** Épi court, dense, carré.

β. *Tr. sativum compactum.*

2. Glumes fortement carénées jusqu'à la base.

* Grain court, épais, non comprimé, largement tronqué au sommet.

γ. *Tr. sativum turgidum.*

** Grain allongé, plus étroit, un peu comprimé sur les côtés, un peu aigu au sommet.

δ. *Tr. sativum durum.*

3. *Tr. Polonicum* L. (Blé de Pologne), espèce très singulière avec de grands épis comprimés, ordinairement d'un vert bleu et des grains longs de 8 à 12 millimètres. Les épillets sont comme tronqués parce que les troisième et quatrième fleurs atteignent à peine au sommet des deux inférieures. Glumelles externes fortement comprimées naviculaires, barbues. On obtient rarement un hybride fécond avec le *Tr. sativum*, tandis que les métis des diverses races du *sativum* sont indéfiniment féconds et les hybrides du *monococcum* et *sativum* parfaitement stériles. Il ne vient pas de Pologne, plutôt de l'Espagne où il est encore cultivé en grand dans quelques provinces; on le rencontre également encore en Italie et en Abyssinie. En vérité la forme originaire est inconnue, peut-être n'est-il qu'un produit de la culture.

12. — *Classification de J. Eriksson.*

Maintenant que nous connaissons la position du *Tr. sativum vulgare* (Blé vulgaire) et du *Tr. sativum compactum* (Blé nain) dans le système, nous pouvons aborder la classification d'Eriksson. Il est à remarquer tout d'abord que ses sous-races au sens de Hackel, sont des *espèces* pour d'autres auteurs, tels que Kœrnicke et précisément Eriksson. Il y a là une transposition de la dignité taxinomique dont il faudra toujours tenir compte, sous peine de perdre complètement de vue la véritable valeur scientifique des diverses races, sous-races, sortes, etc.

SPECIES I. — TRITICUM VULGARE Kcke; *Tr. sativum tenax vulgare* Hack. (Blé vulgaire ou commun). Épi allongé comprimé de deux côtés, de section rectangulaire, du moins dans la moitié inférieure, plus ou moins lâche. Longueur du rachis Lr = 63-124, rarement au-dessous de 80 millimètres. Densité des épillets (nombre des épillets comptés sur 100 millimètres de rachis) D = 15-36, rarement au-dessus de 25. Densité des grains (nombre des grains comptés sur 100 millimètres de longueur de rachis) d = 33-115, ordinairement 40-80.

Subspecies. 1. TR. MUTICUM Schüb. Épi sans barbes.

Synonymie : *Tr. sativum*, I, épis glabres et dépourvus de barbes A-E; III, épis velus dépourvus de barbes, m. Lam., 1786, p. 554-556.

Tr. vulgare, d. *Tr. spica mutica*, et *Tr. touzelle* Villars, 1787, p. 153-154.

Tr. vulgare spica laxa mutica, E-H Séringe, 1818, p. 84.

Tr. vulgare, 2, e Var. *Lammas*, Sér., 1842, p. 120.

Tr. vulgare muticum Alef., 1866, p. 330; Kœrn., 1873, p. 9; Harz, 1885, p. 1883; L. Wittmack, Fuehrer durch die veget. Abtheil. des Mus. der Kgl. Landwirthsch. Hochschule in Berlin, 1886, p. 46.

Tr. sativum, 1re div. Variétés sans barbes. Heuzé, 1873, p. 50.

Tr. sativum sans barbes. H. de Vilm., 1889, p. 14.

a. Leucostachyeæ. Épi blanc.

Var. 1 *albida* Alef. (sens plus large). Épi glabre.

Subvar. *α*, *laxa*. Épi lâche.

D = 15-22 diminuant de haut en bas (tombante) (diff. 1) ou uniforme (diff. 0) ou montante (diff. 1-3).

d = 33-49, tombante (diff. 1-22).

Lr = 93-166 millimètres.

Type A. *De Noé.*

D = 15-20 uniforme ou montante (diff. 1-2).

d = 33-44 (diff. 1-12).

Lr = 94-114 millimètres.

† Glumelles blanc jaunâtre.

° Grains blancs.

1. *Aleph* (d'hiver), hybride du *de Noé* et du blanc de Flandre, obtenu par H. de Vilmorin, en 1873.

2. *Talavera* (d'été), de Talavera de la Reyna, petite ville de la province de Tolède.

3. *Talavera de Bellevue* (d'hiver), sélectionné par Le Couteur, près de Bellevue, dans l'île de Jersey.

°° Grains rouges.

4. *De Noé* (d'hiver), découvert dans du grain d'Odessa par un meunier de Nérac, cultivé ensuite par le Dr Duffour, de Bazin près Lectoure (Gers), puis par le marquis Franck de Noé, qui le transmit à son fermier Pérès. C'est ce dernier qui commença à le répandre sur le marché européen en 1842. D'après Heuzé ce serait le blé bleu sans barbes de Desvaux (1833).

5. *Ruby (hybride)* (d'hiver). Origine inconnue.

6. *Richelle blanc de Naples* (d'hiver). Vient d'Italie, surtout des environs de Naples. Séringe en a déjà parlé en 1842.

†† Glumelles blanc rougeâtre.

7. *Blanc de Mareuil* (d'hiver). Vient de la Vendée d'où il avait été en-

voyé à la maison Vilmorin. On le considère comme le produit d'une hybridation avec un blé méridional.

8. *Améthyste* (d'hiver). Il est impossible de le distinguer du précédent d'après les épis.

Type B. *De Frankenstein.*

D = 15-22 montante (diff. 1-3), invariable ou tombante (diff. 1).
d = 33-49 (diff. 7-22).
Lr = 93-116 millimètres.

° Grains blancs.

9. *De Frankenstein* (d'hiver). Vient de la Silésie; il paraît que la ville de Frankenstein en a fait un grand commerce.

10. *Pringles Defiance* (d'été). Origine inconnue.

11. *Chiddam blanc* (d'hiver), d'origine anglaise ancienne, a été répandu d'abord en 1835 par Robb à Georgie-Mains, près d'Edimbourg. Heuzé l'a introduit en France par l'intermédiaire de de Goucy. D'après Vaury, il n'y serait parvenu qu'en 1856 par Darblay. En 1851, il a fait son apparition en Amérique.

12. *Américain* (d'hiver). La semence renfermait plusieurs sortes différentes.

13. *Prix d'Oxford* ou *Brodies white Wheat*. A reçu un premier prix à Oxford en 1839; il est cultivé dans la Grande-Bretagne, passablement également en France et en Allemagne.

14. *Studsianka* (d'hiver). Son nom vient probablement de la petite ville de Studsianka, dans le Ryssland (Volhynie).

15. *Smogger* (d'hiver). Probablement d'origine hongroise.

16. *Eleys Riesen* d'hiver. On l'identifie avec le Whittington Wheat, importé en 1830 de Suisse en Angleterre. C'est Ch. Eley, de Sion-Hill près Isleworth Middlessex, qui l'a répandu. Il est arrivé en France en 1840. Sa culture a été restreinte dans ces derniers temps.

17. *De Zélande* (d'hiver). Son nom vient de la province hollandaise de Zélande. Plusieurs auteurs, comme Heuzé, Werner, etc., le considèrent comme un synonyme du blanc de Flandre; Vilmorin les tient, au contraire, séparés et Eriksson est de son avis.

18. *Hunters white* (d'hiver), très estimé en Écosse et en Angleterre, où il a été introduit en 1830. Une forme sélectionnée par Hallet a été récemment mise à l'épreuve en France, en Allemagne et en Italie.

19. *Fenton* (d'hiver). N'est pas le même que celui cité sous ce nom dans les manuels, lequel doit être rouge et se rapprocher du Dantzick red chaffed. (Voyez n° 78).

° Grains rouges.

20. *Nursery* (d'hiver), obtenu et répandu par Rimpau de Schlanstedt, mais aujourd'hui abandonné parce qu'il est trop peu productif.

21. *Blé massue amélioré* (d'été).



22. *De mars sans barbes* (d'été), rappelle le Chiddam blanc de mars figuré par Vilmorin et qui, vers 1860, a été amélioré et répandu par Garnot de Ville-la-Roche (Haute-Loire), mais Vilmorin, comme Werner compte ce dernier parmi les grains blancs.

23. *De Crépy* (d'hiver), paraît être une des plus vieilles formes de France. Autrefois, très cultivé dans l'Ile-de-France, la Picardie et la Champagne, il a récemment cédé la place aux sortes anglaises.

24. *Semidubi* (d'hiver).

Subvar. β, *densa*, épi dense.

D = 21-26 montante (diff. 1-6).
d = 51-84 tombante (diff. 4-20).
Lr. = 81-111 millimètres.

Type C. *Urtoba.*

D = 21-26 montante (diff. 1-6).
d = 51-67 tombante (diff. 4-20).
Lr = 81-111 millimètres.

† Longueur du rachis dépassant 90 millimètres.

* Grains blancs.

25. *Hallets pedigree white Victoria* (d'hiver), est une forme améliorée du Victoria blanc que Vilmorin considère comme originaire de la Baltique méridionale.

26. *Lys glasset* (d'hiver).

27. *Champion* (d'hiver), d'origine anglaise, ainsi nommé à cause des nombreux prix qu'il a gagnés.

28. *Blanc de Flandre* (d'hiver) vient des Flandres française et belge.

29. *D'Ostfriese*, sorte allemande.

** Grains rouges.

30. *Urtoba* (d'hiver). Vient probablement de Russie d'où il est parvenu à un grainetier de Prague, Bahlsen, qui l'a mis en circulation. Werner le considère comme ayant des grains blancs.

31. *De la Prusse orientale* (d'hiver).

32. *Goldendrop* (d'hiver). Vient d'Angleterre où les premiers exemplaires ont été recueillis, en 1834, par Gorrie. Webb and sons l'ont amélioré et mis dans le commerce sous le nom de « Selected Goldendrop Wheat ». Il y a aussi un Goldendrop à épis rouges.

33. *Victoria d'automne* (d'hiver), sorte anglaise, connue en France sous le nom de « Blé géant de la Tréhonnais » et en Espagne sous celui de « Trigo Victoria de Otono ». Heuzé la considère comme synonyme du « Blé Whittington ».

34. *Hallets pedigree rouge* (d'hiver), cultivé et amélioré par Hallet dès 1857.

35. *Généalogique de Hallet* (d'hiver), probablement identique avec le précédent.

36. *Manchester* (d'hiver). Le blé que l'auteur a reçu sous ce nom n'est pas identique à ceux qui figurent dans les traités.

37. *Improved Nursery* (d'été).

38. *Mains stand up* (d'hiver). A été créé par Heine, d'Emmersleben (Allemagne). Vilmorin considère ce nom comme un synonyme du Chiddam d'automne à épi blanc.

39. *Hybride* (d'hiver).

40. *Régénéré du comte Waldersdorff* (d'hiver). N'est pas identique avec celui que Werner cite sous le même nom. Ce dernier serait issu du Blé du Banat, par les soins du comte Waldersdorff, de Klafterbrunn, près Vienne.

41. *Kaiser* (d'hiver). Harz cite trois sortes sous ce nom ; l'une appartient à la variété *albida*, la deuxième à la variété *sordida* et la troisième à la variété *Braungarti*.

42. *Svaloefs Engelska* (anglais d'hiver), cultivé par places en Suède, où il a été introduit d'Allemagne sous le nom de « Probsteier Weizen », mais il ne ressemble pas à un blé déjà connu sous ce dernier nom.

43. *Écossais acclimaté* (d'hiver), importé depuis longtemps dans le Mecklenbourg où il a été méthodiquement amélioré.

†† Longueur du rachis ne dépassant pas 90 millimètres.

° Grains blancs.

44. *Trump* (d'hiver). On le croit d'origine anglaise ; Heuzé le considère comme identique avec le Blé Hunter, le Blé de Hardcastle, etc.

45. *Américain de printemps* (d'été). Paraît avoir été introduit d'Amérique dans le midi de la Suède.

46. *Hardcastle* (d'hiver), acheté en 1886 à Reading (Angleterre) et introduit en Suède.

°° Grains rouges.

47. *De Grevenhague* (d'hiver).

Type D. *Blanc de Hongrie.*

densité des grains dépassant 70.

48. *Blanc de Hongrie* (d'hiver), d'origine hongroise, introduit en France et en Angleterre, en 1810, selon les uns, en 1830, selon les autres. On l'appelle aussi *Blé anglais blanc*. De France il est passé également en Espagne et aux États-Unis. La densité de son épi lui a valu le nom d'*Album densum*.

Subvar. γ *capitata*. Épis très denses, surtout vers le haut.

Type E. *Squarehead.*

D = 30-34 montante (diff. 8-14).
d = 78-93 montante (diff. 3-12).
Lr = 67-69 millim.

° Grains blancs.



49. *Blé roseau* (d'hiver). Ainsi nommé à cause de la résistance et de la fermeté de la paille. Transmis à la maison Vilmorin par L. Pilet, de Brebières (Pas-de-Calais).

° Grains rouges.

50. *Squarehead* (d'hiver), aujourd'hui presque universellement répandu. Vilmorin l'a reçu de Patrik Shireff, Mungoswell (Écosse) et le décrit sous le nom de « Blé à épi carré ». Eug. Risler le croit originaire du Yorkshire, d'où il est venu au Danemark sous le nom de « Shireff Wheat » (1874); il s'est ensuite répandu en Allemagne (1879), en Hollande, etc. J. C. Scoby d'East-oft-Grange (York) prétend l'avoir trouvé le premier et par hasard dans le voisinage de sa propriété et l'avoir multiplié et travaillé.

51. *Hickling* (d'hiver). Descend de trois plantes que Samuel Hickling a trouvées en 1830 à Cawston, Aylsham (Norfolk). Il paraît qu'on le cultive beaucoup dans la Grande-Bretagne, le Nord de la France, la Prusse occidentale, le Poméranie, le Brandebourg, etc.

Var. 2 *villosa* Alef. Épi velouté.

Subvar. α, *densa*. Épi allongé, assez dense.

Type A. *de Schœnrod.*

.D = 22-25 tombante (diff. 2) ou invariable ou montante (diff. 5).
d = 48-62 tombante (diff. 6-19).
Lr = 80-97 millim.

° Grains blancs.

52. *De Haie* ou *Tunstall* (d'hiver). Ancienne sorte anglaise qui paraît être issue d'un épi que Wood, en 1790, avait récolté dans le Sussex. Le même Wood l'a répandue sous le nom de « Hedge Wheat ». Le nom de Tunstall est celui d'un village (Stafford). Keutzie l'a livrée au commerce en 1839 sous le nom de Tunstall Thick-Chaffet-Wheat. Elle abonde dans l'Essex, le Sussex et le Kent, dans le Boulonnais, la Flandre et la Normandie. Le « Blanc velouté », partout cultivé dans la Suède centrale doit en être voisin. Heuzé croit ce dernier indigène de la Suède. Une forme analogue le « Blé Bismark », répandue par Eisbein, existe en Allemagne depuis 1867.

53. *Impérial* (d'hiver). N'est peut-être que l' « Imperial or Velvet Chaff White « d'Oakshott and Millard, qui lui-même serait une forme améliorée des « Long-eared » et « Short-eared rough Chaff Wheat » de la même maison.

°° Grains rouges.

54. *De Schœnrod* (d'hiver).

55. *Luleæ* (d'hiver). Peu cultivé aux environs de la ville suédoise de ce nom.

56. *Blanc d'Australie* (d'hiver). Est peut-être le « Blé velu d'Australie » d'Aubergé, cité par Vilmorin, mais certainement différent du « Jaune

d'Australie » de Werner et de l' « Australischer Wechsel-Weizen » du même auteur.

57. *Épi blanc velouté* (d'hiver), trouvé en 1888.

Subvar. β, *capitata*. Épi court, très dense.

Type B. *A duvet velouté.*

D = 28 montante (diff. 5-6).
d = 75-80 tombante (diff. 14-17).
Lr = 77-79 millim.

58. *Blanc à duvet velouté* (d'hiver). Vient de l'île hollandaise de Flakkee, au large de l'estuaire de la Meuse, où van Weel a trouvé les premiers épis en 1853 parmi du blé anglais. Il a été multiplié en 1857 sous le nom de « Grosse tête » ; il a beaucoup de succès en Hollande depuis 1865, grâce à la maison van den Bosch, à Gœs (Zélande).

b. Erythrostachyeæ. Épi rouge.

Var. 3 *miltura* Alef (sens plus large). Épi glabre.

Subvar. α, *laxa*. Épi long, lâche.

D = 16-23 tombante (diff. 1-2) ou uniforme ou montante (diff. 1-2).
d = 38-51 tombante (diff. 5-21).
Lr = 87-124 millim.

Type A. *Dividendes.*

° Grains blancs.

59. *Rousselin* (d'hiver).

°° Grains rouges.

60. *Dividendes de Bestehorn* (d'hiver) est un hybride du « Shireff Squarehead » et du « Blé brun de la marche », réalisé par Bestehorn à Bebitz (Prusse). Trois autres formes ont été créées par la même hybridation (?), le « Grosse tête de Bestehorn » (n° 79), le « Modèle de Bestehorn » (n° 61) et le « Blé Géant barbu de Bestehorn ».

61. *Modèle de Bestehorn* (d'hiver).

Type B. *Sandomir.*

° Grains blancs.

62. *Sandomir* (d'hiver). Le nom est celui d'un gouvernement de l'ancienne Pologne, aujourd'hui remplacé par « Radom » Ce blé paraît avoir de la valeur dans l'Est de l'Europe, mais dégénère facilement dans l'Ouest. Il est bien connu dans plusieurs contrées des États-Unis, depuis vingt-cinq ans grâce à Plumb.

63. *De Kostroma* (d'hiver). D'après Metz et Comp., cette sorte aurait des épis blancs et viendrait du gouvernement de Kostroma (Russie). Cependant

la récolte obtenue avec la semence authentique n'avait que des épis rouges.

64. *Hopetown* (d'hiver). N'est pas le même que la sorte citée sous le même nom par Werner et qui a des épis blancs.

** Grains rouges.

65. *Probsteier à épis rouges* (d'hiver). Vient, dit-on, du Holstein.

66. *Lammas* (d'hiver). Très ancien blé, peut-être celui qu'en 1699, Morison a décrit sous le nom de « Red wheat »; il paraît avoir été introduit dans le Calvados en 1797[1]. D'après Lamouroux (1813), ce blé est bien connu dans le Calvados; on l'appelle « blé anglais », « blé d'Ardennes », « le Chicot rouge » et « Lammas ». Pour les Anglais, il est le « Red wheat » ou « Lammas ». Le Lammas-day est le 1er août ou jour de saint Pierre-ès-liens; allusion à la précocité de cette sorte. On l'appelle « blé saint Pierre » en différentes localités des Iles normandes. On verra dans le même article que ce même blé a été cultivé d'abord en France par un M. Weathcroft (Wheat-Croft)!

67. *Clovers red* (d'hiver). J. Clover l'a trouvé dans un champ de « Suffolk-red-wheat; on le cultive beaucoup, paraît-il, dans le Suffolk et en Silésie.

68. *Spaldings prolific* (d'hiver), d'origine anglaise, cultivé en Angleterre, surtout dans les terrains tourbeux (Lincolnshire), et par-ci par-là dans l'Allemagne du Nord, sur le Rhin, en Westphalie et en Saxe.

69. *De Culm* (d'hiver).

Subvar. β, *densa*. Épi dense, moyennement long.

D = 21-24 montante (diff. 1-5).
d = 53-65 (diff. 2-21).
Lr = 76-104 millimètres.

Type C. *D'Écosse.*

Glumes et glumelles rouge foncé.

* Grains blancs.

70. *Chiddam d'automne à épi rouge* (d'hiver). Le nom de Chiddam ou de Chidham est celui d'un village du Sussex. Vilmorin connaît au moins encore deux blés portant ce nom : le « Chiddam d'automne à épi blanc » et le « Chiddam blanc de mars »; tous ont les grains blancs.

71. *Perle d'hiver d'Horsford* (d'hiver). N'est pas le « Pearl-wheat » de Werner, qui est un blé à épi blanc et velouté.

72. *Datte* (d'hiver). Hybride du « Chiddam d'automne à épi rouge » et du « Prince Albert » obtenu en 1873 et fixé par Vilmorin après 5-6 années de culture; très fixe et très recherché dans la Brie et dans le Nord.

** Grains rouges.

73. *Rouge-sang d'Écosse* (d'hiver) (Blood red). Est apparu sur le marché de

1. Voyez S.-V.-F. Lamouroux, *C. r. de la Soc. d'agriculture de Caen*, 1813, ainsi que : *Kgl. Svenska Landtbruks-Akademiens Annaler*, 1816.

Londres en 1830; répandu en Écosse, en France, en Espagne et en Allemagne, il a dû maintes fois céder la place aux nouvelles sortes.

74. *Rouge inversable* (d'hiver) ou « blé de Bordeaux ». Estimé depuis longtemps aux environs de Bordeaux et transporté en 1871, dans les départements de Seine-et-Oise et Seine-et-Marne.

75. *Red Goldendrop* (d'hiver). Création de Gorrie (1834) et répandu surtout dans le Kent et le Middlessex; en l'améliorant, Hallet en a fait le « Hallets pedigree Goldendrop »; on le cultive en plusieurs points du continent.

76. *Royal prize* (d'hiver).

77. *Brovets red* (d'hiver).

Type D. *Dantzick.*

Glumes et glumelles rouge clair.

78. *Red Chaff Dantzick* (d'hiver). Le Couteur l'a trouvé parmi du blé importé de Dantzick dans l'île de Jersey; on le cultive avec succès dans le midi de la Grande-Bretagne.

Subvar. γ, *capitata*. Épi très dense, surtout en haut et court.

Type E. *Grosse-tête.*

D = 30-36 montante (diff. 11-19).
d = 80-115 invariée ou montante (diff. 1-20).
Lr = 63-77 millimètres.

79. *Grosse-tête brun de Beseler* (d'hiver).

80. *Rouge de Hongrie* (d'hiver). Vilmorin le recommande chaudement pour le centre et l'ouest de la France.

81. *Kent* (d'hiver). C'est bien le « Blé de Kent » de Vilmorin, mais non le « Blé rouge de Kent » d'Heuzé, lequel a un épi très long, etc.

82. *Browick* (d'hiver), dû à Banham de Wymoudham (Norfolk) qui l'a versé dans le commerce en 1848, après quatre années de culture.

Var. 4. *Pyrothrix* Alef. Épi velouté.

Subvar. α, *longa*. Épi allongé (Lr = 91-101^{mm}).

Type A. *Épi rouge ordinaire velouté.*

83. *Épi rouge velouté* (d'hiver). Obtenu en 1888, peut-être un hybride naturel, n'est pas encore entièrement fixé.

84. *Blé-seigle* (d'hiver), d'origine française. Mis en circulation par le comte Gourcy sous le nom de « froment-seigle pour terres siliceuses »; cultivé sur les terres sableuses de la vallée de la Loire entre Orléans et Angers, et également avec succès, comme blé d'été, à Poppelsdorf près Bonn.

Subvar. β, *brevis*. Épi court (Lr = 66^{mm} environ).

Type B. *Californien.*

85. *Californien de Mars* (d'été). Beaucoup cultivé en Californie et dans l'Orégon, vient souvent en Europe, mêlé à d'autres sortes; estimé pour sa précocité; convient aux sols sableux.

Subspecies 2. TR. ARISTATUM Schneb. Épi barbu.

Synonymie : *Tr. sativum*, II, épis glabres et garnis de barbes, b. Lam., 1786, 556.

Tr. vulgare, a-c, Vill., 1787, 153.

Tr. vulgare, spica laxa aristata Sér., 1818, 84.

Tr. vulgare, 1re var., Saisette, Sér., 1842, 120.

Tr. vulgare aristatum, Alef., 1866, 330 ; Kœrn., 1873, 11 ; Harz, 1885, 1188 ; Wittm., 1886, 46.

Tr. sativum, 2e div., var. barbues, Heuzé, 1873, 82.

Tr. sativum, barbus, H. Vilm., 1889, 14.

a. Leucostachyeæ, épi blanc.

Var. 5. *græca*, Kœrn.(sens élargi). Épi glabre.

* Grains blancs.

86. *Blanc Shireff* (d'hiver). « Shireffs bearded White » ; sensible au froid, bon blé d'été.

** Grains rouges.

87. *Rouge de Hongrie* (d'hiver). C'est une forme du « blé barbu à épis blancs et à grains rouges », qui est cultivé partout en Hongrie et dont plusieurs sortes sont connues sous les noms de « Hongrois du Nord », « Fuelcker », « du Banat ».

88. *Buca nera* (d'hiver).

89. *Blanc de Hongrie* (d'hiver).

90. *Frumento spinazolese* (d'hiver).

91. *Victoria de Mars* (d'été). Al. de Humboldt l'a remarqué le premier à Victoria, Caracas (Venezuela) et l'a recommandé à cause de sa précocité ; il mûrit en 70-75 jours. E. Otto l'a envoyé du Venezuela à Zühlke, d'Emden, qui le répandit dans le commerce. Il est arrivé en Angleterre en 1834.

92. *Pringles Champlain* (d'été). Passe pour être un hybride du « blé de Schwarzenmeer » qui appartient au *Tr. durum* et du « Goldendrop ». Le fait est contesté parce qu'il ne ressemble ni à l'un, ni à l'autre.

93. *Barbu de Mars* (d'été). Une des formes indigènes les plus anciennes de France ; on la cultive moins aujourd'hui.

94. *Blé de Naples* (d'été).

95. *Blé du Banat* (d'été). Encore une forme du « blé barbu à épis blancs et à grains rouges ». Mokry, après quinze années de culture, en a tiré une forme améliorée et très estimée, le « blé de Mokry ».

96. *Blé de la Theiss* (d'hiver), d'origine hongroise.

97. *Barbu à épis blancs* (d'hiver), suédois.

Var. 6. *Hostiana* Clem. Épi barbu, blanc, velouté.

98. *Blé barbu blanc velouté* (d'hiver). Forme suédoise nouvelle, trouvée en 1889.

b. Erythrostachyeæ, épi rouge.

Var. 7. *ferruginea* Alef. Barbu glabre à épis rouges.

Subvar. α, *laxa*. Épi long, à densité tombante.

Type A. *Barbu ordinaire à épis rouges.*

99. *Blé barbu à épis rouges d'Ultuna* (d'hiver). L'auteur l'a reçu en 1887 d'Ultuna (Upsal) sous le nom de « blé Waldendorf ». Il a fallu changer ce nom parce que ce blé n'a rien de commun avec le « Waldersdorff régénéré » (nº 40).

100. *Reading April* (d'été). N'est pas éloigné du « Blé de Fern » ou « d'Avril » que Ross a introduit en Angleterre en 1829. On cultive beaucoup ce blé en Écosse et en Saxe après les betteraves.

101. *Barbe rouge* (d'été).

Subvar. β, *capitata*. Épi court; densité s'accroissant de bas en haut.

Type B. *Michigan.*

102. *Michigan bronce* (d'hiver), d'origine américaine. En 1877, Plumb l'a considéré comme identique avec le « Diehls mediterranean » ou « Mediterranean hybrid ».

Var. 8. *Barbarossa* Alef. Barbu à épi rouge velouté.

103. *Rædaxigt sammetsborsthvete*. Trouvé en 1889 parmi du « blé barbu à épis rouges d'Ultuna ».

SPECIES II. — TRITICUM COMPACTUM Host. (Blernain). Épi court. Lr = 36-61 millimètres, dépassant rarement 50 millimètres, non comprimé des deux côtés, à section carrée, très dense. D = 28-57, rarement au-dessous de 40. d = 90-160, rarement au-dessous de 120.

Subspecies 3. TR. IMBERBE Desv. Épi sans barbes.
Synonymie: *Tr. imberbe compactum* Desv., 1833, 169.
Tr. vulgare Creticum, Sér., 1842. 142.
Tr. (*vulgare*) *compactum muticum*, Krause, 1835, 24.
Tr. vulgare, 5ᵉ var., de Crète, Sér., 1842, 142.
Tr. vulgare densum Wittm., 1886, 46.

a. Leucostachyeæ. Épi blanc.

Var. 9. *Humboldtii* Kœrn.

104. *Nain suédois* (Svenskt Kubbhvete, Schwedischer Binkel) (d'hiver), d'origine suédoise. Lundstrœm et Lundeqvist l'appellent « borrhvete », le premier en 1842, le second en 1862. On ne parle guère dans les autres pays d'un

Blé nain, glabre, à épis blancs. Le « Blé du Chili » ou « Blé californien du Chili » décrit par Heuzé et figuré par Vilmorin est semblable quant aux épis, mais les grains en sont blancs au lieu d'être rouges.

Var. 10. ***Wittmackiana*** **Kœrn. Épi velouté.**

105. *Blé nain à épis blancs veloutés* (Hvitaxigt sammetskubbhvete) (d'hiver). A été obtenu en 1889, devient d'année en année plus pur.

b. Erythrostachyeæ. Épi rouge.
Var. 11. *Cretica* Alef. Épi glabre.

106. *Blé nain à épis rouges glabres* (Rœdaxigt Kubbhvete) (d'hiver), très anciennement connu. En 1818, Séringe ne connaissait que ce blé nain et une forme blanche barbue.

107. *Hérisson sans barbes* (d'été). Viendrait d'Égypte, d'après Werner. Vilmorin dit qu'on l'a trouvé primitivement dans du « Blé Hérisson brun barbu ».

Subspecies 4. Tr. hystrix Sér. Épi barbu.
Synonymie : *Tr. vulgare (spica compacta) erinaceum*. Krause, 1835, 21 et 23.
Tr. vulgare, 4ᵉ var., Hérisson. Sér., 1842, 140.
Tr. vulgare hystrix Wittm., 1886, 46.

a. Leucostachyeæ. Épi blanc.
Var. 12. *splendens* Alef (sens plus large). Épi glabre.

108. *Hérisson barbu* (d'été). Paraît venir de l'Asie-Mineure; très cultivé dans les îles de l'Archipel; employé beaucoup en Allemagne, en Styrie, en Russie, etc., comme blé nain d'été.

b. Erythrostachyeæ. Épi rouge.
Var. 13. *Erinacea* Desv. Épi glabre.

109. *Hérisson rouge lisse* (Rœdaxigt borst-Kubbhvete) (d'hiver). A été obtenu en 1888. Il est rarement question de blés semblables. Werner ne connaît qu'un Hérisson rouge d'été venant de Vernoje (Turkestan) et un autre d'hiver rouge à grains blancs. Le « Hérisson brun » de Vilmorin est à la fois blé d'été et blé d'hiver. Il viendrait des environs de la mer d'Azow; on le cultive sur une vaste échelle dans le midi et l'est de la France, surtout dans le Cher et dans l'Indre.

Résumé.

Il sera bon, pour faciliter les déterminations et les recherches, de tracer enfin une clef très synoptique de la classification d'Eriksson; les 109 sortes de blé y seront simplement enregistrées par leurs numéros d'ordre. Chacun pourra ainsi, sans grande peine, ranger à sa place exacte le blé qu'il a entre les mains; il est vrai que pour le nommer, avec certitude ou pour savoir s'il est nouveau, il faudrait recourir au mémoire original et même à d'autres ouvrages donnant les descriptions complètes de toutes les formes.

Species I. **Triticum vulgare**.

Subspecies 1. TR. V. MUTICUM (sans barbes).

a. LEUCOSTACHYEÆ (épis blancs).

Var. 1. **albida** (épi glabre).

α, *laxum* (épi lâche).

Type A. *De Noé*.

† Épi blanc jaunâtre.

° Grain blancs (1-3).

°° Grains rouges (5-6).

†† Épi blanc rougeâtre (7-8)

Type B. *De Frankenstein*.

° Grains blancs (9-19).

°° Grains rouges (20-24).

β, *densum* (épi dense).

Type C. *Urtoba*.

† Longueur du rachis dépassant 90 millim.

° Grains blancs (25-29).

°° Grains rouges (30-43).

†† Longueur du rachis ne dépassant pas 90^{mm}.

° Grains blancs (44-46).

°° Grains rouges (47).

γ, *capitatum* (épi plus dense en haut qu'en bas).

Type D. *Blanc de Hongrie* (48).

Type E. *Squarehead*.

° Grains blancs (49).

°° Grains rouges (50-51).

Var. 2. **villosa** (épi velu).

α, *densum* (épi dense).

Type A. *De Schœnrod*.

° Grains blancs (52-53).

°° Grains rouges (54-57).

β, *capitatum* (épi plus dense en haut qu'en bas).

Type B. *A duvet velouté* (58).

b, ERYTHROSTACHYEÆ (épi rouge).

Var. 3. **Miltura**?(épi glabre).

α, *laxum* (épi lâche).

Type A. *Dividendes*.

° Grains blancs (59).

°° Grains rouges (60-61).

Type B. *Sandomir*.

° Grains blancs (62-64).

°° Grains rouges (65-69).

β, *densum* (épi dense).

Type C. *D'Écosse*.

° Grains blancs (70-72).

°° Grains rouges (73-77).

Type D. *De Dantzick* (78).
γ. *capitatum* (épi plus dense en haut qu'en bas).
Type E. *Grosse-tête* (79-82).
Var. 4. *Pyrothrix* (épi velouté).
α, *longum* (épi long).
Type A. *Épi rouge ordinaire velouté* (83-84).
Type B. *de Californie* (85).

Subspecies 2. TR. V. ARISTATUM (barbu).

a, LEUCOSTACHYEÆ (épi blanc).
Var. 5. *græca* (épi glabre).
* Grains blancs (86).
** Grains rouges (87-97).
Var. 6. *Hostiana* (épi velouté) (98).
b, ERYTHROSTACHYEÆ (épi rouge).
Var. 7. *ferruginea* (épi glabre).
α, *laxum* (épi lâche).
Type A. *Barbu ordinaire à épi rouge* (99-101).
β, *capitatum* (épi plus dense en haut qu'en bas).
Type B. *Michigan* (102).
Var. 8. *Barbarossa* (épi velouté) (103).

Species II. **Tr. compactum.**

Subspecies 3. TR. IMBERBE.

α, LEUCOSTACHYEÆ (épi blanc).
Var. 9. *Humboldtii* (épi glabre) (104).
Var. 10. *Wittmackiana* (épi velouté) (105).
β, ERYTHROSTACHYEÆ (épi rouge).
Var. 11. *Cretica* (106-107).

Subspecies 4. TR. HYSTRIX (barbu).

α, LEUCOSTACHYEÆ (épi blanc).
Var. 12. *splendens* (108).
β, ERYTHROSTACHYEÆ (épi rouge).
Var. 13. *Erinacea* (109).

VESQUE.

REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

Physiologie végétale.

La croissance du fruit du potiron, par M. F. DARWIN[1]. — 1. L'accroissement du potiron est ou bien continu, ou bien interrompu par des périodes de contraction accompagnée d'une perte de poids.

1. *Annals of Botany*, VII, 459.

2. Un fruit doué d'un accroissement rapide gagne par minute 0,1 gramme et en diamètre 0,01 millimètre.

3. Une perte tout à fait semblable a été observée dans certains cas.

4. Les variations dépendent principalement de l'état hygrométrique de l'air; l'accroissement augmente avec l'humidité.

5. Cet effet est dû sans doute non à la transpiration du fruit lui-même, mais à celle des feuilles.

6. En effet lorsqu'on bassine les feuilles ou que l'on arrose le sol, on observe un accroissement rapide.

7. Rien ne semble indiquer que la succession du jour et de la nuit, comme telle, soit d'une influence quelconque.

8. La courbe de l'accroissement présente un minimun dans l'après-midi et une élévation rapide vers le soir, suivie d'ailleurs d'une nouvelle chute.

9. L'accroissement est plus uniforme le jour que la nuit.

Recherches sur la respiration des feuilles vertes et étiolées, par M. W. Palladin[1]. — L'auteur a déterminé l'énergie de la respiration d'un grand nombre de feuilles vertes et étiolées de fèves (presque exclusivement); il a dosé l'acide carbonique par la méthode de Pettenkofer et a recherché dans quelques cas le rapport $\frac{CO^2}{O}$.

Les expériences faites sur des feuilles fraîchement coupées ont fourni des résultats très variables; l'auteur pense que cela tient à leur teneur très inégale en hydrates de carbone. Il n'a pas été possible d'ailleurs d'en déduire une conclusion relative à l'influence de l'étiolement.

Jusque-là c'était donc peu encourageant; mais l'auteur a eu l'idée de nourrir les feuilles vertes et étiolées en les faisant flotter pendant un certain temps sur de l'eau sucrée. L'intensité de la respiration en est considérablement augmentée, puisqu'elle passe en moyenne de 1 à 1,6-1,7; les feuilles, au contraire, qu'on avait fait flotter sur de l'eau distillée ont abaissé leur respiration, par exemple, de 70,2 à 58,1 milligrammes d'acide carbonique à l'heure.

On ne saurait exiger une plus belle preuve de l'importance des hydrates de carbone dans la respiration.

De plus, les résultats obtenus avec des feuilles ainsi alimentées ont été partout concordants et on a pu utilement comparer entre eux les résultats fournis par les feuilles vertes et les feuilles étiolées.

Or, ici les sujets des expériences, feuilles vertes ou étiolées, étaient chimiquement et même physiquement disparates et on se heurtait nécessairement à cette difficulté: à quoi faut-il logiquement rapporter les quantités d'acide carbonique dégagé? au poids frais, au poids sec ou à quelle autre donnée? Le protoplasme seul respire, tandis que l'eau, les parois cellulosiennes, etc. ne se trouvent point du tout dans les mêmes proportions chez les plantes vertes et étiolées; ce serait donc une faute de rapporter les quantités d'acide carbonique émis à l'unité de poids sec ou de poids frais. L'auteur, commet-

1. Mittheilungen der Universität Charkow, 1893 (en russe), d'après le résumé de Rothert, in *Bot. Centralbl.*, LVIII, 375.

tant ici une confusion sans doute volontaire entre le protoplasme et les matières albuminoïdes — et il ne pouvait guère faire autrement — les a rapportées à l'unité de poids des albuminoïdes contenus dans les feuilles. Ceci ne constitue nullement une contradiction avec l'importance suffisamment constatée des hydrates de carbone, car si les albuminoïdes sont « les machines », les hydrates de carbone sont « les combustibles ». Enfin l'auteur s'est décidé à exprimer l'intensité de la respiration par le poids d'acide carbonique émis en une heure pour 10 grammes de matières albuminoïdes des feuilles.

Par des recherches antérieures l'auteur avait constaté que les feuilles de la fève contiennent une quantité presque constante d'albuminoïdes, savoir, les vertes 38,7 et les étiolées 44,6 p. 100 de matière sèche.

Prenant ces données comme base, on arrive à évaluer l'intensité de la respiration des feuilles étiolées, à 169,3 milligrammes et celle des feuilles vertes à 163,3 milligrammes, d'où il résulte, les hydrates de carbone s'y trouvant en quantités suffisantes, que les feuilles vertes et étiolées respirent avec une intensité égale. L'auteur en déduit en outre que les albuminoïdes formés à la lumière ne se distinguent nullement par une plus grande énergie de ceux qui ont pris naissance à l'obscurité et que la lumière n'influence en aucune façon les albuminoïdes.

On pouvait soupçonner les bactéries et certains champignons de causer l'accroissement de la respiration que l'on observe lorsque l'on fait flotter les feuilles sur de l'eau sucrée. Mais alors la respiration devait s'accroître indéfiniment; or, il n'en est pas ainsi, elle monte jusqu'à une certaine valeur qui n'est pas dépassée. Ce fait trouve son explication toute naturelle lorsque l'on songe que les hydrates de carbone fournissent les matériaux de la respiration, tandis que l'énergie respiratoire est déterminée en réalité par les albuminoïdes; en d'autres termes, lorsque la quantité des hydrates de carbone disponibles est suffisante pour que les albuminoïdes développent toute leur énergie respiratoire, un excès d'hydrates de carbone reste sans aucun effet sur la respiration.

Tout ce qui vient d'être dit, repose sur les expériences faites avec des fèves. L'auteur a moins fouillé les résultats qu'il a obtenus avec le lupin et le blé; il n'a point fait les calculs nécessaires pour rapporter l'acide carbonique émis à l'unité d'albuminoïdes. A en juger d'après des chiffres rapportés à la matière sèche, il ne semble pas que la curieuse égalité de l'intensité respiratoire existe chez le blé vert et étiolé.

Le coefficient de respiration $\frac{CO^2}{O}$ des feuilles étiolées de la fève et du lupin varie entre 0,72 et 0,76. Le séjour des feuilles sur l'eau sucrée ne le modifie pas, mais il n'en est pas de même de l'eau distillée (à l'obscurité) qui l'abaisse à 0,63 - 0,65.

Quelques remarques sur l'emploi des réactifs cupriques dans le traitement de la maladie de la pomme de terre, par M. P. Sorauer[1]. —

1. *Zeitschrift f. Pflanzenkrankheiten*, t. III, 1893, 32-38.

On a fait des expériences comparatives avec deux sortes de pommes de terre laissées les unes sans aucun traitement, les autres traitées soit par la bouillie bordelaise, soit par le sulfostéatite cuprique. Après la récolte on a compté, pesé et mesuré les tubercules. Les chiffres démontrent que les préparations cupriques entravent jusqu'à un certain point le développement et abaissent la récolte comparativement aux plantes non traitées, mais malgré cela restées saines. Il y a cependant une augmentation effective de la récolte parce que les ravages du *Phytophthora* sont empêchés ou notablement diminués.

Le remède si actif contre le parasite diminue le développement des organes végétatifs. Si on procède à plusieurs pulvérisations et que la pluie vienne laver le dépôt, les endroits où celui-ci s'accumule brunissent; parfois toute la surface de la feuille prend une légère teinte brunâtre, sans pourtant que cet accident ait une importance pratique quelconque. Il paraît que ces places brunies sont particulièrement exposées à ces modifications de la feuille que l'auteur a désignées sous le nom d'intumescences et qui se montrent en conséquence beaucoup plus fréquemment et plus tôt sur les feuilles traitées que sur les autres. M. Sorauer considère ces intumescences comme l'indice d'un abaissement de l'activité assimilatrice.

On verra combien ces résultats sont opposés à ceux de Frank et Krueger. Si j'avais pu rapprocher les deux articles je n'y aurais mis aucune malice, convaincu que je suis de ce que personne n'a pu se tromper dans des constatations d'une aussi grande simplicité. Seules des conditions « non considérées » ont pu troubler les résultats au point que des différences, d'ailleurs toujours faibles, changeassent de signe.

VESQUE.

Influence de la lumière sur la germination, par M. B. JÖNSSON[1]. — Voilà une question qui me semblait définitivement écartée. Les premiers travaux indiquaient une influence accélératrice très nette de la lumière sur la germination; ceux qui ont suivi, ayant dissocié la lumière comme telle et la chaleur, ont fini par mettre tout l'effet au compte de cette dernière, et cela paraissait très naturel, car enfin la germination n'est, en somme, qu'un cas particulier du grand phénomène de l'accroissement. La lumière devait être plutôt nuisible qu'utile.

L'auteur trouve que jusqu'à présent, les expériences ont manqué d'exactitude et que le nombre en a été trop restreint. Je dois déclarer que je ne vois pas clair dans les résultats que M. Jönsson a obtenus, et comme l'auteur suédois est lui-même très réservé, je ne puis mieux faire que de reproduire exactement les conclusions de son travail.

Ses expériences ont porté sur les semences (fruits ou graines) des espèces suivantes : Carotte, Spargoute, Trèfle des prés, Colza, Chanvre, Blé, Raygrass, Fromental, Fléole, Dactyle, Fétuque durette, Canche cespiteuse, Agrostis, Vulpin des prés et divers Pâturins.

1. Jattagelser öfter Ljusets Betydelse för Fröns Groning, Särtryck af Kongl. Fysiografiska Sällskapets Handlinger, in-4°, 47 p. Lund, 1893; *Bot. Centralbl.*, LVIII, 398.

Non seulement la lumière accélère la germination, mais encore elle augmente souvent le nombre des graines germées. De ce que les résultats restent les mêmes lorsqu'on écarte les rayons calorifiques, l'auteur déduit que la chaleur est sans influence. Il y aurait donc des graines sensibles à la lumière, qui ne germent point ou peu à l'obscurité, dans des conditions d'ailleurs les mêmes que celles qui sont offertes aux graines germant à la lumière. Ne doit-on pas se demander ici s'il a été tenu compte des rayons qui sont à la fois lumineux et calorifiques? Ce qui suit semble imposer une opinion tout autre que celle de l'auteur; en effet, l'énergie germinative diminue depuis le rouge du spectre vers le bleu où elle devient égale à celle des graines placées à l'obscurité. On peut traduire cela en disant que l'effet de la lumière s'abaisse à partir des rayons les plus calorifiques pour devenir égal à zéro dans les rayons privés de la qualité calorifique.

La sensibilité des graines pour la lumière laisse voir une certaine relation avec leur degré de maturité. A mesure que les graines approchent de la maturité parfaite, elles deviennent insensibles à la lumière. L'action de la lumière n'est pas absolument nécessaire aux graines; elle peut être remplacée par une chaleur intermittente.

Nous ignorons jusqu'à présent comment, par quel mécanisme la lumière agit sur les graines. Les grains de chlorophylle qui peuvent se trouver dans celles-ci n'y sont certainement pour rien, car ces graines germent aussi facilement à l'obscurité. Les téguments de la graine ou du fruit, les balles des semences des Graminées paraissent également être sans influence. La lumière provoque-t-elle des changements chimiques dans la graine ou agit-elle comme un excitant sur les méristèmes? C'est ce que de nouvelles recherches auront à élucider.

Je suis personnellement toujours convaincu qu'il s'agit d'une simple action calorifique. Il serait bon, je crois, de faire quelques expériences avec des graines de même espèce, mais de couleur différente. Il y a de ces graines, celles du trèfle des prés, par exemple, qui sont les unes violettes, les autres jaunes, celles, très petites, du *Trachelium cæruleum*, les unes violettes, les autres blanches. On pourrait, en outre, opérer avec des graines entières ou dépouillées de leur tégument, du *Salpiglossis*, dont l'embryon est vivement coloré en violet.

Les colorations différentes modifiant les conditions d'absorption des divers rayons lumineux, pourraient faire nettement sentir leur effet et ajouter des données utiles.

VESQUE.

Le Gérant : G. MASSON.

Paris. — Imprimerie L. MARETHEUX, 1, rue Cassette.

CULTURES

DU

CHAMP D'EXPÉRIENCES DE GRIGNON EN 1894

Nous réunirons sous ce titre général les résultats obtenus cette année au champ d'expériences de Grignon; ces résultats sont cette année tout à fait favorables, car la saison douce et pluvieuse que nous avons traversée a été particulièrement avantageuse pour nos terres filtrantes. Nous ferons précéder cet exposé d'un résumé météorologique que M. le professeur Lezé et M. le répétiteur Hilsont ont bien voulu calculer d'après leurs appareils enregistreurs.

Résumé des observations météorologiques de novembre 1893 à octobre 1894.

MOIS	TEMPÉRATURES MOYENNES			PRESSION moyenne à 8 heures.	PLUIE		OBSERVATIONS
	Minimum.	8 heures.	Maximum.		Nombre de jours.	Hauteur en millim.	
	degrés	degrés	degrés	millim.			
Novembre 1893. .	+ 0 8	+ 2 3	+ 6 6	751 8	12	42 25	13 jours de gelée.
Décembre — . .	— 0 9	+ 1 3	+ 4 04	752 3	10	46 25	18 jours de gelée.
Janvier 1894. . .	— 0 4	+ 1 2	+ 4 8	750 7	13	55 9	13 jours de gelée.
Février — . . .	+ 0 5	+ 2 2	+ 8 3	756 5	10	26 35	13 jours de gelée.
Mars — . . .	+ 3 8	+ 7 8	+14 »	753 3	8	26 75	3 jours de gelée.
Avril — . . .	7 2	11 6	19 2	750 2	13	35 2	
Mai — . . .	5 4	10 7	16 1	752 1	14	33 9	3 jours de gelée.
Juin — . . .	11 2	14 9	20 9	755 5	15	41 4	
Juillet — . . .	11 8	16 7	23 8	753 6	12	64 4	
Août — . . .	10 8	13 8	22 1	753 9	12	47 1	
Septembre 1894 .	8 7	12 3	21 4	756 4	13	83 1	1 jour de gelée.
Octobre — . .	6 4	8 6	13 6	752 9	10	23 3	2 jours de gelée.

Résumé des observations météorologiques de novembre 1893 à octobre 1894.

MOIS	TEMPÉRATURES ABSOLUES	
	Minimum.	Maximum.
	degrés	degrés
Novembre 1893	— 7 »	+ 15 »
Décembre —	— 11 »	+ 8 »
Janvier 1894	— 14 »	+ 10 »
Février —	— 10 »	+ 11 5
Mars —	— 2 »	+ 21 »
Avril —	+ 1 »	+ 24 5
Mai —	0 »	+ 27 »
Juin —	+ 7 »	+ 29 5
Juillet —	+ 9 »	+ 31 5
Août —	+ 5 5	+ 30 »
Septembre 1894	0 »	+ 29 »
Octobre —	— 2 »	+ 20 »

I

LE BLÉ ET L'AVOINE

AU CHAMP D'EXPÉRIENCES DE GRIGNON EN 1894

PAR

M. P.-P. DEHÉRAIN

Membre de l'Académie des sciences.

La récolte du blé en France atteint cette année un chiffre exceptionnel ; le bureau de la Meunerie avait déduit d'une enquête très attentive que le rendement s'élevait à 140 millions d'hectolitres, tandis que l'Administration de l'agriculture, d'après les indications qui lui sont fournies par les départements, calcule que la récolte est seulement de 121 millions d'hectolitres. Si on admet le chiffre de la meunerie, la récolte de 1894 est la plus forte du siècle; si on accorde créance au chiffre officiel, elle n'est plus que la seconde, puisqu'en 1874 nous avons eu 135 millions d'hectolitres. Dans tous les cas, la récolte a été magnifique et elle l'a été surtout grâce à des conditions météorologiques particulièrement favorables; l'hiver a été doux, nous avons évité ces froids rigoureux qui font périr le blé et qui amènent les récoltes désastreuses (1879, 79 millions d'hectolitres; 1891, 77 millions d'hectolitres). On a vu, en effet, par le résumé météorologique que

nous publions en tête de ce mémoire, que les températures moyennes de décembre et de janvier sont à peine au-dessous de zéro, et si les minima absolus sont de 11°, 14°, 16°, au-dessous de zéro en décembre, janvier et février, ces basses températures n'ont été que de courte durée, ainsi que le montrent les maxima absolus des mêmes mois. En outre, l'été a été pluvieux, on a constaté en effet, ainsi qu'on l'a vu plus haut, une hauteur d'eau considérable s'élevant à plus de 200 millimètres pendant la saison mars-juillet, ce qui est au-dessus de la moyenne, la maturation s'est faite lentement, régulièrement, les plantes n'ont pas été exposées comme l'an dernier à des chaleurs torrides qui les dessèchent rapidement et empêchent les principes immédiats, contenus dans les tiges et les feuilles, de se transporter jusqu'aux grains.

J'avais, depuis longtemps, formé le projet de reprendre les études sur le développement du blé que j'ai déjà abordées, il y a plusieurs années, sans avoir jamais réussi à les compléter; je m'y suis occupé, pendant cette dernière saison et, tout d'abord, avant d'indiquer l'influence qu'ont exercée la nature des variétés semées et l'abondance des fumures, je résumerai, au commencement de ce mémoire, les observations, relatives au développement du blé, que j'ai recueillies cette année.

PREMIÈRE PARTIE

DU DÉVELOPPEMENT DU BLÉ

§ 1er. — *Le blé pendant l'hiver.*

J'ai indiqué ici même, l'an dernier, que les racines du blé acquièrent d'énormes dimensions qui lui permettent de puiser de l'eau dans les couches profondes et de vivre sur les plateaux, tandis que les graminées de la prairie, dont les racines sont beaucoup plus courtes, ne prospèrent que dans les vallées où l'eau est abondante; il m'a paru intéressant de savoir à quel moment le blé formait ses longues racines. Pour pouvoir les observer aisément, j'ai fait semer du blé sur un talus qui sépare une route du champ d'expériences de Grignon, ce champ est en contre-bas du talus de plus d'un mètre; en semant le blé en ligne, parallèlement à la direction du talus, il était facile d'enlever à la bêche un

prisme de terre au ras de la première rangée de blé, de mettre à nu les racines pour les examiner.

Le 15 décembre 1893, on procéda à un premier examen; après avoir découvert les racines à la bêche, on enleva la terre qui y adhérait encore en les lavant par des aspersions d'eau, à l'aide d'une seringue de jardinier; les racines devinrent ainsi assez



blanches pour se détacher sur la couleur brune de la terre; je priai M. Julien, répétiteur de botanique à l'École, de vouloir bien en prendre une photographie; celle-ci a été très bien reproduite par la gravure ci-jointe que nous empruntons au journal *La Nature*, de notre ami M. Gaston Tissandier.

En examinant cette gravure avec soin, on voit que du grain part, de bas en haut, une petite tigelle souterraine blanche, menue, fine, qui arrivée au niveau du sol y forme un nœud d'où s'échappe la première feuille; cette disposition est particulièrement visible à droite du dessin; en s'armant d'une loupe, on distinguera le grain encore adhérent à la jeune tigelle; de ce même grain partent les

racines qui s'enfoncent tout droit dans le sol. Parfois, il ne se forme qu'une seule radicelle, mince, fine, très déliée, très cassante, parfois aussi il part du grain même, deux ou trois radicelles. Les racines avaient à ce moment de 17 à 32 centimètres de longueur, les tiges seulement 7 à 8 centimètres de haut; cependant les tiges sont plus lourdes; on a extrait avec beaucoup de précautions un certain nombre de pieds entiers, on a constaté à ce moment les rapports de poids suivants, à l'état frais et à l'état sec.

Blé le 15 décembre.

	Fraiches.	Sèches.	Racines sèches pour 100 de tiges sèches.
	—	—	—
Tiges	42gr 450	5gr 300	100
Racines	19 100	3 800	73

Le rôle de ces racines n'est pas seulement de subvenir à l'évaporation de la jeune tige, elle commence à faire des réserves de nitrates.

J'ai déjà insisté, à trop de reprises différentes, dans ce recueil sur la formation des nitrates dans le sol et sur l'intérêt qu'ils présentent pour qu'il soit nécessaire d'y revenir encore; j'ai indiqué déjà[1] qu'à cette époque de l'année, on a trouvé dans les racines et dans les tiges des quantités d'azote nitrique notables; en effet, on a dosé :

Azote nitrique dans 100 de matière sèche.

Tiges	0gr 187
Racines	1 041

Le nombre précédent est très élevé, les racines de blé prélevées dans une autre partie du domaine, n'ont donné le 15 décembre que 0 gr. 563 d'azote nitrique pour 100 de matière sèche.

Quoi qu'il en soit, ce premier résultat est fort intéressant; quand on se borne à examiner la partie aérienne du blé, on croit que pendant l'hiver sa végétation est peu active; les observations précédentes montrent qu'il n'en est pas ainsi, et qu'au contraire, dès le début, le blé forme des réserves de nitrates qui lui serviront à élaborer les matières albuminoïdes qui sont si abondantes dans

1. Ce volume, p. 21.

les jeunes tiges; en outre, à cette époque les matières minérales, comme nous l'avons observé souvent, sont très abondantes.

100 de racines sèches laissent :	17.21	de cendres.
100 de tiges — —	15.38	—

On a procédé à un nouvel examen du blé, le 9 février; le mois de janvier, ainsi qu'il a été dit déjà, avait été doux, favorable à la végétation, et la croissance du blé était sensible; les tiges s'étaient allongées, elles s'élevaient à 0^m,135, elles portaient plusieurs feuilles. En outre, une modification très importante s'était produite dans la tige. Au lieu d'être continue sans renflement sensible à l'endroit où sortant de terre, elle perd sa teinte blanche pour se colorer en vert, le blé, en février, a formé un renflement au point où la tige sort de terre, c'est le *collet*, d'où commencent à partir de nouvelles racines, plus fortes que les anciennes. Le collet est encore relié à la tige souterraine qui, dans l'échantillon que j'ai dessiné au moment de la prise d'échantillon, avait 13 millimètres, depuis le collet jusqu'aux débris du grain, d'où partent les anciennes racines. Elles ne sont plus à cette époque formées d'un filet unique comme dans la figure précédente, elles sont nombreuses, et les nouvelles qui se sont jointes au filet primitif sont très bifurquées et munies de nombreux poils absorbants, qu'on distingue très bien au microscope. A ce moment, le grain est, ainsi qu'il vient d'être dit, encore fixé à la tige souterraine, mais il n'est plus représenté que par l'enveloppe, elle est tout à fait vidée de l'amidon et du gluten qu'elle renfermait.

A cette époque on a trouvé pour le poids d'un pied, après dessiccation :

Poids d'un pied de blé en février.

		Rapport des tiges et des racines.
Tiges.	0^{gr} 142	100
Racines	0 093	65

Le dosage des nitrates conduit aux nombres suivants :

Azote nitrique pour 100 de matière sèche.

Tiges	0^{gr} 218
Racines.	0 680

Des racines prélevées dans une autre partie du domaine, ont donné pour 100 de matière sèche : 0 gr. 500 d'azote nitrique.

Si on rapproche ces observations de celles du mois de décembre, on reconnaît que les nitrates ont augmenté dans les tiges, mais diminué dans les racines.

§ 2. — *Le blé au printemps.*

La troisième prise d'échantillons a été faite le 8 mars; de nombreux changements se sont produits : si on rencontre encore quelques pieds dans lesquels subsiste la tige souterraine qui lie le collet aux débris du grain, on reconnaît que dans ces individus les racines qui partent du collet sont peu nombreuses et les anciennes racines provenant du grain encore actives; il arrive même que du grain parte une tige nouvelle; ces formes sont relativement rares et sur les pieds les plus vigoureux la tige souterraine et les racines qui s'y adaptaient ont disparu; en revanche, du collet partent des racines nombreuses très ramifiées, très couvertes de poils absorbants, ces racines mesurent 20, 30 et 34 centimètres.

De ce même collet sont parties des tiges nouvelles; la tige principale ne s'est guère élevée, elle a 12 centimètres, c'est-à-dire qu'elle n'est pas plus haute qu'à l'observation précédente, mais au lieu de s'élever toute seule du collet, elle est maintenant entourée de tiges nouvelles; suivant l'expression consacrée, le blé à *tallé.*

On a prélevé quelques échantillons qui, après dessiccation, ont fourni les nombres suivants :

Poids d'un pied de blé en mars.

		Racines p. 100 de tiges.
Tiges sèches	1gr260	100
Racines sèches	0, 620	49,2

A la fin de l'hiver, l'augmentation du poids est donc considérable et en outre le rapport de la tige à la racine s'est beaucoup modifié, la prédominance de la tige s'accuse de plus en plus.

Le dosage des nitrates conduit aux nombres suivants :

Azote nitrique dans 100 parties.

Tiges sèches	0gr246
Racines sèches	0 540



La proportion des nitrates continue à baisser dans les racines et, au contraire, à augmenter dans les tiges.

Les quantités de nitrates contenues dans le blé pendant le mois de mars ne varient guère; en effet, le 24 mars, on a prélevé des échantillons sur le talus où l'on avait exécuté diverses façons; une partie du jeune blé avait été roulée, une autre hersée, une troisième n'avait subi aucun travail; les quantités d'azote nitrique dosées ont été peu différentes les unes des autres, ainsi qu'il résulte du tableau suivant :

Azote nitrique dans 100 de matière sèche.

	Blé n'ayant subi aucun travail.	Blé roulé	Blé roulé et hersé.
Tiges sèches	0gr 273	0gr 298	0gr 312
Racines sèches	0 480	0 520	0 545

On remarquera cependant que le blé le plus chargé de nitrates est celui qui a subi les façons les plus complètes.

Le 27 avril, on a fait de nouveau une coupe du talus pour observer les racines de blé; à ce moment, elles partent toutes du collet, fines, menues, elles descendent verticalement et quelques-unes atteignent le bas du talus, c'est-à-dire 1 mètre environ, mais celles qui présentent une longueur aussi considérable sont peu nombreuses, en général elles restent à 50 ou 60 centimètres; ce qui est remarquable et contraire aux idées généralement répandues, c'est qu'il n'existe pas de racines s'étendant horizontalement près de la surface. Après être restées légèrement obliques au moment où elles s'échappent du collet, les racines s'enfoncent verticalement dans le sol, elles restent séparées les unes des autres, elles ne forment pas une touffe enchevêtrée comme celles du ray-grass, et c'est certainement à cette propriété de ses racines de descendre verticalement dans le sol jusqu'à des profondeurs considérables où l'eau persiste, que le blé doit sa résistance à la sécheresse et son habitat sur les plateaux.

A la fin d'avril le tallage est considérable; du collet partent plusieurs tiges d'inégale vigueur. Le croquis que j'ai pris à cette époque, et que j'ai sous les yeux au moment où j'écris, montre sept tiges, deux très fortes qui portent quatre feuilles dont une fanée; deux moyennes et trois plus grêles.

Le 13 mai on a pris de nouveaux échantillons de blé d'hiver, on a déterminé la longueur des tiges et des racines, leur poids à l'état normal, puis, après dessiccation, le rapport de ces poids, et, enfin, les nitrates. On a pu dresser ainsi le tableau suivant :

Tiges et racines de blé d'hiver le 13 mai 1894.

	Longueur.	Poids à l'état normal.	Poids sec.	Poids de la racine la tige étant 100.	Azote nitrique dans 100 de matière sèche.
	—	—	—	—	—
Tiges.	0m 65	174gr 1	17gr 8	100 0	0 265
Racines. . . .	0 75	16 8	4 8	26 9	0 458

Si la longueur de la racine est encore supérieure à celle de la tige, les poids sont dans un autre rapport, puisque celui de la racine sèche dépasse à peine le quart de celui de la tige. La tige renferme 89.8 p. 100 d'humidité, la racine, 71.5 seulement.

Il est curieux de constater qu'à cette époque la quantité d'azote nitrique contenue dans les tiges et dans les racines a diminué non seulement dans les racines, comme on l'a observé depuis le début de la végétation, mais aussi dans les tiges où les proportions s'étaient accrues constamment jusqu'au 14 mars.

§ 3. — *Le blé pendant l'été.*

Au moment de la prise d'échantillons suivante, le 13 juin 1894, on voit encore les racines du talus conserver l'aspect qui nous a frappé déjà, ce sont toujours de très minces filets descendant verticalement, le blé est bien épié ; les quantités d'azote nitrique ont énormément baissé, 100 de racines sèches n'en renferment plus que 0 gr. 125 et 100 de tiges sèches 0 gr. 130.

On a voulu savoir, à ce moment, quels étaient les poids relatifs des divers organes, on a trouvé pour 100 parties de matière normale.

Feuilles vertes	15 7
— sèches	1 9
Epis apparents	41 7
Tiges	70 5
	100 0

On voit qu'à cette époque le poids des feuilles vertes est encore

assez notable, mais que, cependant, les feuilles sèches sont assez nombreuses; il est curieux de constater que les feuilles de blé ne fonctionnent que pendant un temps très court; il devenait dès lors probable que ce fonctionnement était énergique et je résolus de l'étudier.

Mon confrère à l'Académie, M. Reiset, a donné, il y a plusieurs années déjà, une excellente méthode de recherche de l'acide carbonique contenu dans l'air. On sait qu'elle consiste essentiellement à faire passer un courant d'air, régulièrement mesuré, au travers d'une dissolution de baryte préalablement saturée de carbonate de baryte et à apprécier à l'aide d'une liqueur acide étendue, la quantité de baryte restant en dissolution, d'où il est facile de calculer le poids de baryte précipitée et enfin celui de l'acide carbonique qui a déterminé cette précipitation.

En employant cette méthode, nous avons retrouvé les nombres donnés par M. Reiset, ce qui nous montrait que nous opérions correctement; nous avons alors fait passer l'air au travers d'un tube contenant des feuilles ou des tiges de blé adhérentes ou non à la tige; l'appareil était au soleil dans le voisinage du laboratoire de Grignon. On a trouvé que pendant le mois de juin, les feuilles prélevaient sur l'air une fraction notable de l'acide carbonique qui y est contenu; le 6 juin une bonne feuille adhérente à la tige et pesant, fraîche, 0 gr. 353, a absorbé 0 gr. 19 d'acide carbonique en cinq heures; mais les dosages n'ont présenté aucune régularité; ainsi, le 22 juin, une feuille en bon état de 0 gr. 400 n'a absorbé, en cinq heures, que 0 gr. 002 d'acide carbonique. Je compte reprendre, de nouveau, ces déterminations dans le courant de l'année 1894-1895.

A partir du 23 juillet il devient difficile de trouver des feuilles saines dans toutes leurs parties; elles sont presque toutes tachées; on a alors opéré avec des tiges, mais, bien qu'elles fussent encore vertes, on a trouvé qu'au lieu d'absorber de l'acide carbonique, elles en émettaient; l'air qui avait passé sur elles était plus riche en acide carbonique que l'air normal; après avoir constaté ce renversement du phénomène, on a voulu, au lieu d'apprécier seulement des différences, obtenir l'acide carbonique provenant exclusivement de la respiration : on a fait passer l'air dans une dissolution de potasse avant de l'amener au contact des organes verts, et on a trouvé, le 28, le 31 juillet, le 3 août, que les épis émet-

taient des quantités notables d'acide carbonique, se montant, pour des épis pesant en moyenne 3 gr. 74, à 0 gr. 010 en cinq heures.

M. Muntz a, depuis longtemps, au reste, attiré l'attention sur les pertes de matière sèche que le blé subit par respiration au moment de sa maturation.

Bien qu'au mois de juillet le blé ne porte plus guère d'organes capables de former de la matière végétale, le poids de la récolte augmente encore. C'est ce qui résulte de pesées qui ont été faites, cette année, sur du blé d'Australie dont la maturité est tardive; comme on l'avait fait déjà, à diverses reprises, on a suivi le développement, en divisant en bandes de 1 mètre de côté et 10 mètres de long, une parcelle de 1 are, puis en coupant, à diverses époques, deux bandes égales, mais non contiguës.

Cette méthode n'est certainement pas très rigoureuse et les poids des plantes couvrant des surfaces égales, n'est pas identique; on peut cependant, malgré ces irrégularités, suivre la marche du développement. On en jugera, au reste, par le tableau suivant :

Développement du blé d'Australie (sur 10 mètres carrés).

		Poids vert.	Moyenne.	Poids sec.
		kil. gr.	kil. gr.	gr.
30 juin 1894	Bande n° 1	22 500	21 550	875 0
	Bande n° 6	20 600		
6 juillet 1894 . . .	Bande n° 2	21 600	21 350	977 8
	Bande n° 7	20 900		
16 juillet 1894. . . .	Bande n° 3	24 200	22 300	1055 7
	Bande n° 8	20 400		
26 juillet 1894 . . .	Bande n° 4	20 400	20 450	1312 4
	Bande n° 9	20 500		
6 août 1894	Bande n° 5	19 400	17 300	1107 »
	Bande n° 10. . . .	15 200		

Les nombres précédents multipliés par 1000 donnent le rendement à l'hectare : la marche ascensionnelle de la matière sèche est régulière jusqu'au 16 juillet; les pesées du 26 juillet déterminent, au contraire, dans la courbe, un rehaussement rapide, suivi d'une chute sensible. Le nombre obtenu le 26 juillet est-il inexact ? C'est là ce qu'il faut discuter.

Il est tout à fait invraisemblable que les deux bandes 4 et 9 aient été toutes deux plus grandes que les voisines, elles l'auraient été inégalement et il se trouve au contraire que les deux pesées ont donné les mêmes nombres; la dessiccation a-t-elle été incom-

plète ? On a trouvé pour les poids des divers organes, sur 5 kilos de récolte.

	Avant dessiccation.	Après dessiccation.	Eau p. 100.
Epis	1.843	1.138	38.4
Feuilles	400	295	26.0
Tiges	2.756	1.772	45.8

Or, si on avait mal desséché les divers organes, si le poids sec dont nous discutons l'exactitude eût été inexact, nous devrions trouver des nombres anormaux pour la quantité d'eau contenue dans les divers organes ; pour montrer qu'il n'en est pas ainsi, nous encadrons les dosages d'humidité du 26 juillet entre ceux du 16 juillet et ceux du 9 août.

Humidité dans 100 parties des divers organes du blé.

	16 juillet.	26 juillet.	9 août.
Epis	58.5	38.4	12.3
Feuilles	(1)	26.3	23.3
Tiges	53.2	45.8	35.8

On voit que la dessiccation est très régulière et que le nombre trouvé le 26 juillet paraît exact. Nous pouvons même aller plus loin et chercher sur quels organes porte l'augmentation. Or, nous trouvons, pour le poids des tiges et des épis à l'hectare, les nombres suivants :

	Tiges.	Épis.
16 juillet	4.919	4.129
26 juillet	7.247	4.654
9 août	6.147	3.895

L'accroissement de poids des épis du 16 au 26 juillet est régulier, la maturation se continue ; la diminution du 26 juillet au 9 août est encore facile à comprendre ; il y a des chutes d'organes secondaires, notamment des barbes très abondantes dans le blé d'Australie sur lequel ont porté les observations précédentes, en outre, la combustion lente dont nous avons parlé plus haut contribue à la diminution de poids des épis.

En réalité, le saut brusque que fait le poids de la récolte du 16 au 26 juillet a porté principalement sur les tiges, et cette aug-

1. La comparaison n'est pas possible, l'échantillon renfermant encore des feuilles vertes.

mentation est due à plusieurs causes, à la migration des principes contenus dans les feuilles entièrement séchées le 16 juillet et qui avaient été pesées séparément le 16, mais, en outre, au développement tardif d'un certain nombre de tiges restées chétives jusque-là; quand elles sont débarrassées de la concurrence des tiges vigoureuses qui ayant fini leur évolution cessent de consommer de l'eau, elles évoluent rapidement; ces croissances tardives se produisent surtout quand, pendant l'été, surviennent des pluies, et je les ai observées à plusieurs reprises; or, d'après les renseignements que me fournissent MM. Lezé et Hilsont, si du commencement de juillet au 9, le temps a été sec à Grignon, il est tombé 10 millimètres d'eau le 10 juillet, et il a plu tous les jours suivants; le 24, il est tombé 15 millimètres d'eau. La recrudescence de végétation observée le 26 est certainement due à cette période pluvieuse.

Ce blé d'Australie à évolution lente a donc continué à augmenter son poids pendant tout le mois de juillet, à un moment où les feuilles n'ont plus que peu d'activité; cette activité, cependant, n'est pas absolument éteinte, on a trouvé, le 20 juillet, qu'une feuille encore en bon état a prélevé sur 50 litres d'air 0 gr. 0019 d'acide carbonique, le 21, une feuille tachée a encore saisi 0 gr. 0005 et le 22 une feuille restée en bon état 0 gr. 0022; plus tard, en opérant avec des tiges, on a toujours observé, au contraire une augmentation sur la quantité d'acide carbonique que l'air devait contenir. Il n'y a plus d'assimilation du carbone contenu dans l'acide carbonique aérien, mais au contraire perte de carbone, par respiration.

On sait que, jusqu'à présent, on n'a pas pu constater la présence dans les tiges de blé de réserves d'hydrates de carbone capables de se transporter dans les grains pour s'y concréter sous forme d'amidon ; de nouvelles recherches permettront-elles de découvrir ces réserves? ou bien, en poursuivant l'étude de l'air qui a circulé sur du blé à diverses époques de sa vie, pourra-t-on se convaincre que l'activité chlorophyllienne se poursuit assez longtemps, pour qu'on puisse lui attribuer la formation de l'amidon des grains ; c'est ce que de nouvelles recherches peuvent seules nous apprendre.

DEUXIÈME PARTIE

EXPÉRIENCES DE CULTURE

Nous avons cultivé à Grignon, cette année, cinq variétés de blé; une d'entre elles, le Schlanstedt n'a occupé qu'une seule parcelle; le blé Dattel a été semé sur 6 ares, ainsi que le blé d'Australie, qui nous a été adressé, sur notre demande, par M. Florimond Desprez, de Capelle, dont tout le monde connaît les études importantes sur les blés et les betteraves; en outre, nous avons consacré sept parcelles au blé à épi carré Sholey, qui provient d'un envoi fait par M. H. de Vilmorin, à l'automne de 1884, et autant au blé à épi carré, qui tire son origine des cultures de Wardrecques et Blaringhem, dont nous avons rendu compte ici même, il y a plusieurs années.

Si on jette les yeux sur le tableau n° 1, on voit que le Sholey a été placé après betteraves sur les parcelles **13**, **14** et **15**, qui ont été autrefois en prairies et qui, pendant plusieurs années, n'ont fourni que de très faibles rendements; elles donnent actuellement, ainsi que le montre le tableau, de bonnes récoltes. Ces trois parcelles ont fourni des rendements beaucoup plus élevés que les quatre parcelles **49**, **50**, **56** et **57**, qui avaient porté du trèfle l'année précédente. Habituellement, on obtient après trèfle et sans engrais de bonnes récoltes de froment; mais on conçoit facilement que les résidus de matières végétales que laisse le trèfle soient d'autant plus abondants que le trèfle lui-même s'est mieux développé, et que, par suite, l'abondance de la récolte de trèfle ait une influence sur le rendement du blé qui suit. Ce n'est pas ce que nous observons cette année; en effet, **49** et **50** ont fourni en 1893: 6,480 kilos et 7,520 kilos de foin, plus par conséquent que **57**, qui n'en a donné que 4,175, et cependant les récoltes de froment de ces parcelles sont peu différentes. Ces terres sont actuellement un peu fatiguées par plusieurs récoltes sans fumier, et il faudra les fortifier pour qu'elles reprennent leur vigueur passée. Il est curieux de voir que ces quatre récoltes sont peu différentes, bien que **49** ait eu du nitrate de soude, qu'on ait multiplié les façons sur **50** et qu'on ait ajouté 10,000 kilos de fumier à l'hectare sur **57**, engrais et façon ont eu très peu d'influence et la récolte ne surpasse guère

le rendement de **56** resté sans engrais et sans façon supplémentaire. J'ai donc occasion de constater, une fois de plus cette année, que rien n'est plus important pour obtenir de fortes récoltes de blé, que de le placer sur des sols enrichis depuis plusieurs années et que même après trèfle, il ne donne que des récoltes médiocres, si la plante placée en tête d'assolement, n'a reçu qu'une maigre fumure; c'était précisément le cas pour les parcelles où le blé succédait au trèfle; on y avait cultivé en 1891 des betteraves en les soutenant seulement par de la moutarde enfouie comme engrais vert, ce qui manifestement était insuffisant.

Sur les sept parcelles emblavées en épi carré Porion, ce sont encore **16**, **67** et **70** qui ont reçu, pour betteraves, en 1893, de fortes fumures, qui donnent les récoltes les plus abondantes; toutefois, quand on n'a donné aucun engrais pour blé, on est resté sur la parcelle **16** à 32 q. m. 5; avec 10,000 kilos de fumier et 100 kilos de nitrate, on est monté à 37 q. m. 3, et on a obtenu précisément le même rendement en grain, avec un peu moins de paille, quand les hersages supplémentaires ont remplacé le nitrate de soude. Quatre parcelles ont porté du blé Porion après trèfle, les rendements sont médiocres partout, le meilleur est celui de **52** et on pourrait l'attribuer à l'efficacité des hersages de printemps, si on ne voyait[1] que **52** a reçu en 1891 : 50,000 kilos de fumier et si on ne se rappelait l'efficacité que montrent, à Grignon, les arrière-fumures de fumier de ferme; elles sont infiniment plus actives que les fumures récentes au moins pour le blé et nous constatons, en effet, que les 10,000 kilos de fumier de **58**, resté depuis longtemps sans engrais, n'ont eu aucune action.

Les deux seules parcelles de Dattel qui ont fourni de bonnes récoltes sont **82** et **83**, parcelles récemment annexées au champ d'expériences et qui avaient reçu, il y a plusieurs années, des quantités assez notables d'un fumier d'une action très lente; cette très ancienne mais copieuse arrière-fumure a eu plus d'action que les 30,000 kilos de fumier enfouis sur **81** en 1893. Les hersages répétés de **83** ont été moins avantageux que les 100 kilos de nitrate de soude de **82**.

Les trois autres parcelles, **54**, **60** et **61**, après trèfle, n'ont donné qu'une récolte moyenne.

1. Ce volume, page 246.

TABLEAU I. — Culture du blé au champ d'expériences de

NUMÉROS des cases.	VARIÉTÉS CULTIVÉES	CULTURE ET FUMURE en 1893.
13	Epi carré Sholey	Betteraves, 40.000 kil. de fumier . . . .
14	— —	Betteraves, 20.000 kil. fumier, 200 kil. nitrate. . . .
15	— —	Betteraves 30.000 kil. fumier, fourchages nombreux.
49	— —	Trèfle, sans engrais . . . .
50	— —	— — . . . .
56	— —	— — . . . .
57	— —	— — . . . .
16	Épi carré Porion	Betteraves, 40.000 kil. fumier . . . .
67	— —	Betteraves, 30.000 kil. fumier, 200 kil. nitrate . . .
70	— —	Betteraves, 30.000 kil. fumier, hersages. . . . . . .
51	— —	Trèfle, sans engrais . . . .
52	— —	— — . . . .
59	— —	— — . . . .
58	— —	— — . . . .
54	Dattel	— — . . . .
60	—	— — . . . .
61	—	— — . . . .
81	—	Pommes de terre, 30.000 kil. fumier . . . .
82	—	Pommes de terre, vesce enterrée . . . .
83	—	Pommes de terre, sans engrais. . . . .
53	Schlansted.	Sans engrais depuis 1875 . . . .
84	Blé d'Australie	Pommes de terre, 30.000 kil. fumier . . . .
86	— —	— — . . . . . .
87	— —	Pommes de terre, vesce enterrée. . . . .
88	— —	Pommes de terre, 30.000 kil. fumier. . . . .
89	— —	Pommes de terre, Vesce enterrée . . . .

rignon en 1894. (*Tous les nombres sont rapportés à l'hectare*).

FUMURES et travaux supplémentaires en 1894.	POIDS du grain en q. m.	POIDS de la paille en q. m.	VALEUR de la récolte de grain à 17 fr. le quintal.	VALEUR de la paille à 5 fr. les 100 kil.	VALEUR de la récolte.
Aucun engrais, aucun travail supplémentaire.	31 5	57 »	535 5	285 »	820 5
10.000 kil. fum., 100 kil. nitrate de soude. .	37 5	76 »	637 5	380 »	1.017 5
10.000 kil. fum., hersages au printemps . .	36 5	66 »	620 5	330 »	950 5
150 kil. nitrate	27 »	67 8	459 »	333 »	792 »
Hersages répétés au printemps.	27 5	64 »	467 5	320 »	787 5
Sans engrais, sans travail supplémentaire.	25 3	61 2	430 1	306 »	736 1
10.000 kil. fumier	25 9	64 2	440 3	321 »	761 3
Sans engrais, sans travail supplémentaire. .	32 5	59 0	552 5	295 »	847 5
10.000 kil. fumier, 100 kil. nitrate	37 3	66 »	634 1	330 »	964 1
10.000 kil. fumier, hersages au printemps. .	37 3	64 »	634 1	320 »	954 1
150 kil. nitrate	21 5	53 »	365 7	285 »	650 7
Hersages au printemps	29 »	64 »	493 0	320 »	813 »
Sans engrais, sans travail supplémentaire. .	26 5	62 0	453 9	310 »	763 9
10.000 kil. fumier	25 »	54 »	425 »	270 »	695 »
150 kil. nitrate.	25 3	64 »	430 0	320 »	750 »
Hersages répétés au printemps.	23 5	54 »	399 5	271 »	670 »
10.000 kil. fumier	23 3	54 5	396 1	272 4	668 5
Sans engrais, sans travail supplémentaire. .	23 8	53 »	404 6	265 »	669 6
10.000 kil. fumier, 100 kil. nitrate	33 8	71 »	574 6	355 »	929 6
10.000 kil. fumier, hersages répétés	30 8	67 »	523 6	335 »	858 5
Sans engrais depuis 1875	16 5	43 5	280 5	212 4	492 9
Hersages répétés au printemps.	31 »	57 »	527 »	295 »	822 »
Sans engrais, sans travail	29 »	53 »	493 »	265 »	758 »
10.000 kil. fumier	42 »	74 »	714 »	370 »	1.084 »
150 kil. nitrate de soude.	43 »	78 »	731 »	390 »	1.121 »
10.000 kil. fumier, hersages	42 5	77 »	722 5	385 »	1.107 5

Le Schlansted est un blé très rustique, nous l'avons placé sur la parcelle **53** toujours sans engrais; il y a donné encore 16 q. m. 5 de grain, c'est-à-dire 22 hectolitres, par conséquent une récolte bien supérieure à la moyenne habituelle de la France.

Les rendements les plus forts que nous ayons obtenus cette année et qui atteignent, dans le cas le plus favorable, le chiffre respectable de 58 hectolitres à l'hectare, ont été fournis par le blé d'Australie; cette belle récolte a été recueillie sur la parcelle **88** qui avait reçu 30,000 kilos de fumier pour pommes de terre l'an dernier et 150 kilos de nitrate de soude; cette année, avec 10,000 kilos de fumier seulement, on est resté à 42 quintaux métriques et on a atteint 42 q. m. 5 avec 10,000 kilos de fumier et des hersages répétés au printemps.

Visiblement ce blé d'Australie est exigeant; quand il a été placé sur une arrière-fumure et qu'on ne lui a rien donné, il est resté à 29 quintaux métriques et il n'est monté qu'à 31 quintaux métriques, quand on a donné des hersages répétés au printemps.

Cherchons maintenant à résumer les renseignements que nous fournissent les récoltes précédentes.

Variétés. — Les rendements à l'hectare des diverses variétés ont été les suivants :

	Quint. mét.	Hectolitre de 75 kil.
	—	—
Epi carré Sholey	30 »	40 »
Epi carré Porion	31 3	41 7
Dattel	26 7	35 6
Schlansted	16 5	22 0
Blé d'Australie de M. Florimond Desprez	39 5	52 8

Le blé d'Australie de M. Florimond Desprez serait donc le plus prolifique, puis viendraient à peu de distance l'un de l'autre, les deux épis carrés, le blé Porion étant un peu supérieur au Sholey, le Dattel serait le quatrième et le Schlansted, le dernier.

Toutefois, il faut bien voir avant d'accepter cette classification quelles fumures, quelles arrière fumures, ont reçu les parcelles qui ont servi à établir ces moyennes; et tout d'abord, il est visible que le Schlansted a été placé dans des conditions très désavantageuses; il a été cultivé sur la parcelle **53** restée sans engrais depuis 1875, et cependant malgré cette extrême pénurie, cette pauvreté

du sol, on a encore obtenu pendant cette année très favorable 16 q. m. 1, correspondant à 22 hect. de 75 kilos.

Si on admet que la récolte en France ait été, cette année, de 142 millions d'hectolitres obtenus sur 7 millions d'hectares, ce rendement serait de 20 hectolitres, c'est-à-dire encore moins que n'a donné la parcelle **53** restée sans engrais depuis 1875.

Les deux épis carrés ont été cultivés dans des conditions à peu près semblables et j'ai été étonné de la faiblesse relative de leurs rendements; pendant une année aussi favorable, nous aurions dû dépasser 50 hectolitres; en 1888, pendant un été pluvieux comme celui de 1894, très avantageux à nos terres filtrantes de Grignon, la récolte, sur quelques parcelles, s'est élevée à 60 hectolitres.

Avec les fumures distribuées à la parcelle **14** à **67**, on aurait dû monter plus haut que 37 quintaux métriques correspondant à 50 hectolitres.

Les seules récoltes qui aient atteint les chiffres tout à fait élevés sont celles du blé d'Australie que nous cultivions pour la première fois à Grignon. Devant ces différences entre les rendements relativement faibles de l'*épi carré* et abondants de l'*Australie,* je me suis demandé si l'habitude qu'ont les cultivateurs de renouveler de temps à autres leurs semences, n'était pas justifiée, et si en semant constamment du grain provenant des cultures du champ d'expériences, même trié avec soin, on avait moins de chances d'obtenir des rendements élevés qu'en empruntant ces semences à un autre domaine. J'ai semé à l'automne de 1894, de l'épi carré provenant de Capelle, où M. Florimond Desprez a établi sa station expérimentale et en échange de l'envoi qu'il a bien voulu me faire, j'ai adressé à M. Desprez de l'épi carré provenant de Grignon; il sera curieux de voir si ces deux espèces passant d'un domaine à l'autre fourniront des récoltes plus fortes que celles qu'on obtiendra des mêmes variétés semées sur les terres dont elles sont originaires.

Fumures et arrière-fumures. — Les variétés cultivées à Grignon en 1894, n'ont donné de fortes récoltes qu'à la condition d'avoir été placées sur des sols enrichis par la fumure précédente et, en outre, d'avoir reçu des fumures directes; si, en effet, nous réunissons toutes les parcelles qui ont satisfait à ces deux conditions, nous trouvons, comme moyenne des rendements des épis carrés : parcelles **14, 15, 67** et **70** : 37 q. m. 1, correspondant à 50 hectolitres

environ ; pour l'*Australie* à 42 q. m. 5 par les parcelles **87**, **88** et **89**, c'est-à-dire à 56 hect. 6, et pour le Dattel, parcelle **82** à 33 q. m. 8 correspondant à 45 hectolitres.

Si on se borne à placer le blé sur une forte arrière-fumure, mais sans lui donner directement aucun engrais, on obtient beaucoup moins ; c'est le cas pour **13** : 31 q. m. 5, pour **16** : 32 q. m. 5, pour **81** : 23 q. m. 8. pour **84** : 31 q. m.

Une fumure directe du blé placé sur un sol appauvri ne produit pas grand effet ; **49** donne 27 q. m., **57** : 25 q. m. 9, **51** : 21,5, **58** : 25, **61** : 23,3. Je l'ai dit depuis longtemps, la fertilité ne s'improvise pas.

Il est très important, à mon avis, de se bien pénétrer de cette idée que la fumure directe du blé présente deux écueils que le cultivateur doit éviter ; si cette fumure est copieuse, les chances de verse sont grandes, si elle est modérée, elle est inefficace, à moins qu'à son action vienne s'ajouter celle d'une bonne arrière-fumure. Les cultivateurs de betteraves qui n'hésitent pas en enfouir pour leurs racines de bonnes doses de fumier de ferme, ont de grands succès, quand ils font succéder à ces betteraves du blé qu'ils soutiennent avec un peu de fumier ou du nitrate de soude.

Travaux supplémentaires. — J'ai essayé, pendant l'hiver et au printemps de 1894, de donner à quelques parcelles, des hersages supplémentaires, l'effet en a été médiocre. Si on compare **56**, qui n'a reçu aucun travail supplémentaire, à **50**, qui a été hersé plusieurs fois, on voit que **50** surpasse **56** de 2 quintaux ; **50** surpasse même d'un demi-quintal **49**, qui a reçu 150 kilos de nitrate ; mais ce sont là des différences fortuites ; en effet, nous trouvons des exemples inverses, ainsi **60** et **81** donnent les mêmes récoltes et cependant **60** a été hersé et **81** ne l'a pas été.

Ce travail à la fourche imitant la herse n'exerce donc pas une influence sensible sur la récolte, et en y réfléchissant, je crois en comprendre la raison : pour que la nitrification s'établisse dans un sol, plusieurs conditions sont nécessaires, la trituration seule ne peut agir, si les autres conditions ne sont pas remplies, et parmi elles, la plus importante est sans contredit, l'humidité ; or, si on remue une terre avec une fourche, qu'on pulvérise la couche superficielle, on a grande chance de la dessécher ; en effet, elle ne peut plus recevoir les eaux souterraines, la capillarité est rompue, et si la pluie se fait attendre ou si elle est rare, la couche remuée

qui n'a qu'une très faible épaisseur est trop sèche pour que la pulvérisation puisse y exercer une influence notable; c'est probablement cette dessiccation de la couche remuée à la fourche qui l'empêche de nitrifier énergiquement; il en est sans doute de même des binages qui sont très superficiels. La terre remuée ne nitrifie guère parce qu'elle est sèche; ces travaux de binage, de pulvérisation des couches superficielles présentent souvent ce grand avantage de s'opposer à la dessiccation de la terre sous-jacente, et il y a peut-être là une indication dont les cultivateurs pourraient tirer parti; imaginons qu'une terre soit très bien remuée jusqu'à 10 ou 15 centimètres par exemple, à l'aide d'un scarificateur agissant dans diverses directions et à plusieurs reprises, puis que ce travail terminé, on donne un coup de rouleau de façon à bien tasser la terre, à la bien raffermir, la terre se trouvera au printemps, si elle est humide, dans de bonnes conditions, pour que les nitrates s'y produisent, mais il reste une condition essentielle pour que cette production soit abondante, c'est que l'humidité persiste; peut-être pourrait-on réussir à la maintenir, si à la suite de ces travaux, on faisait passer des houes pour émietter la surface du sol, le pulvériser de façon que cette couche pulvérisée préserve les couches sous-jacentes de la dessiccation. Visiblement, les nitrates devront apparaître en quantités d'autant plus fortes que la masse remuée sera plus considérable, de là le grand avantage des labours profonds.

Les recherches seront poursuivies dans ce sens en 1895 et nous montreront si les idées que je viens d'émettre sont vérifiées par l'expérience.

Prix du blé en 1894. — L'abondance de la récolte de 1894, qui atteint ou surpasse même notre consommation, a naturellement écrasé les cours; depuis plusieurs mois, le quintal se vend de 16 à 18 francs et nous avons pris 17 francs pour exécuter nos calculs, c'est là un prix très bas, bien supérieur cependant à celui de Londres ou le quintal est à 13 francs, de Bruxelles où le blé se vend 11 fr. 50, de New-York où il oscille autour de 10 francs.

A ces bas prix, le produit brut à l'hectare est faible, malgré l'abondance des rendements, et c'est seulement quand on atteint 40 ou 50 hectolitres qu'on arrive à des chiffres passables; visiblement les cultivateurs ne tireront qu'un maigre bénéfice de l'abondance de la récolte. Le prix de 12 fr. 50 l'hectolitre, est celui

auquel le blé s'est maintenu longtemps au XVIIIe siècle ; mais ce n'est que par places qu'il est tombé aussi bas dans notre siècle.

Une marchandise baisse quand sa demande est plus faible que sa production et c'est seulement quand la consommation s'accroît que les prix se relèvent ; il semble qu'actuellement dans le monde, la quantité de froment produite excède les besoins de la consommation humaine, et si nous nous bornons à l'employer à la fabrication du pain, il est à craindre que les prix ne soient avantageux que momentanément pendant les mauvaises années ; trouver de nouveaux débouchés est la condition même du relèvement constant des prix.

CULTURE DE L'AVOINE

L'avoine a été placée à Grignon sur les parcelles de **1** à **12** qui pendant longtemps ont été maintenues en prairies ; M. Paturel a insisté ici même sur les difficultés qu'il a rencontrées à obtenir de ces parcelles infestées d'insectes et notamment de taupins, des récoltes passables ; aujourd'hui elles sont rentrées dans l'assolement régulier et fournissent de bonnes récoltes. L'avoine succédait à des betteraves fortement fumées ; on a semé trois variétés différentes ; l'une venant de Russie, l'avoine Ligowo ; une seconde que nous cultivons à Grignon depuis plusieurs années, l'avoine des Salines, et une troisième très répandue aux environs de Paris, l'avoine de Houdan.

Toutes ces variétés ont largement profité de la saison exceptionnelle dont nous avons joui ; bien que le premier printemps ait été un peu sec, nous avons bien réussi les semailles et comme l'été n'a amené ni chaleur torride, ni orages violents, l'avoine s'est régulièrement développée.

On ne lui a donné aucune autre fumure que les feuilles de betteraves et ainsi que le montre le tableau n° II, cette fumure verte était absolument suffisante, car en général, la récolte a été forte ; l'influence des fumures antérieures sur le poids du grain obtenu a été peu sensible, elle est plus marquée sur la paille. Il est bien curieux de constater, une fois de plus, combien l'avoine est peu exigeante ; semée sur la parcelle **5** sans engrais depuis 1875, elle fournit encore 35 quintaux métriques de grain ; c'est la plus faible récolte de toute la série des Salines, mais elle n'est que très légèrement inférieure à la récolte de **7**, **8** et **9**, qui toutes se sont

TABLEAU II. — Culture de l'avoine au champ d'expériences de Grignon en 1894. (*Tous les nombres sont rapportés à l'hectare.*)

NUMÉROS des parcelles.	CULTURES ET FUMURES en 1893.	VARIÉTÉS cultivées.	FUMURES en 1894.	POIDS du grain en q. m	POIDS de la paille en q. m.	VALEUR de la graine à 16 fr. les 100 kil.	VALEUR de la paille à 5 fr. les 100 kil.	VALEUR de la récolte.
						fr.	fr.	fr.
1	Betteraves, 40,000 kil. fumier.	Avoine Ligowo. . .	Aucune fumure.	39 »	54 »	624 »	270 »	894 »
2	— 40,000 kil. fumier, 200 kil. nitrate de soude	— — . . .	— — .	40 »	54 »	640 »	270 »	930 »
3	— 40.000 kil. fumier, hersages et binages répétés	— — . . .	— — .	43.5	57 5	496 »	287 5	983 5
4	— 30.000 kil. fumier.	— — . . .	— — .	41 5	56 »	664 »	280 »	944 »
5	— Sans engrais depuis 1875 . . .	Avoine des Salines.	— — .	35 »	53 »	560 »	265 »	825 »
6	— 30.000 kil. fumier.	— — .	— — .	38 5	72 »	616 »	360 »	976 »
7	— 40.000 kil. fumier.	— — .	— — .	39 »	69 »	624 »	345 »	969 »
8	— 30.000 kil. fumier, 200 kil. nitrate.	— — .	— — .	38 0	57 »	608 »	285 »	893 »
9	— 30.000 kil. fumier, hersages et binages répétés.	Avoine de Houdan.	— — .	37 »	62 »	592 0	310 »	902 »
10	— 40.000 kil. fumier.	— — .	— — .	37 »	63 »	592 »	315 »	907 »
11	— 20.000 kil. fumier, 200 kil. nitrate, hersages	— — .	— — .	37 »	59 »	592 »	295 »	887 »
12	— 30.000 kil. fumier, 200 kil. nitrate de soude	— — .	— — .	33 5	57 »	536 »	285 »	821 »

développées sur de fortes arrière-fumures, et elle est supérieure à la récolte de 12 qui n'a rendu en avoine de Houdan que 33 q. m. 5. Il est à remarquer toutefois que la parcelle **5** est restée longtemps en prairie, que par suite, elle s'est beaucoup enrichie en azote, et que maintenant que les insectes qui pullulaient dans ces terres ont disparu, l'enrichissement dû au maintien de la prairie commence à faire sentir son action.

Si on cherche comment se classent les variétés au point de vue du rendement en grains, on trouve les nombres suivants:

Rendements moyens en grains.

	q. m.
Ligowo	41 0
Salines	38 5
Houdan.	36 1

Nous n'avons fait entrer dans la moyenne des Salines que les parcelles **6**, **7** et **8**; **5** étant restée sans engrais depuis 1875 est, en effet, dans un état d'infériorité marquée vis-à-vis des autres parcelles.

Si on compare les variétés au point de vue du rendement en paille, on trouve :

	q. m.
Salines	66 »
Houdan.	60 2
Ligowo.	53 3

Si, enfin, on cherche quel est le produit brut obtenu à l'hectare, en prenant la moyenne des nombres inscrits dans la dernière colonne, on obtient le classement suivant:

	fr.
Salines.	946 »
Ligowo.	938 6
Houdan	879 2

l'abondance de la paille de l'avoine des Salines compensant sa légère infériorité comme rendement en grain.

Si enfin on compare les produits bruts obtenus avec l'avoine à ceux qu'a fournis la récolte de blé, on trouve que l'avoine est légèrement supérieure, et comme on n'a fait aucune dépense d'engrais pour l'avoine, tandis qu'on n'a obtenu de bonnes récoltes de blé qu'avec des fumures, on peut être convaincu qu'en 1894, pour des terres de moyenne qualité, il a été plus avantageux de faire de l'avoine que du blé. Sans doute, quand le blé est à 20 francs le

quintal, il y a plus de profit à le cultiver qu'à semer de l'avoine, mais quand les prix sont presque égaux, la culture de l'avoine est plus profitable, surtout quand on voit, comme on l'observe cette année, qu'elle fournit encore des rendements passables sur des sols restés longtemps sans engrais.

DE
L'INFLUENCE DES RAYONS DIFFÉREMMENT COLORÉS
DANS LA CULTURE DU FRAISIER

PAR

M. Ed. ZACHAREWICZ

Professeur départemental d'agriculture de Vaucluse.

Depuis notre arrivée dans le Vaucluse, nous avons chaque année entrepris des essais sur la culture forcée sous châssis d'un grand nombre de variétés de fraisiers, jugeant que cette manière d'opérer pourrait donner des résultats très rémunérateurs aux maraîchers du département. Ces essais ont été couronnés de succès et aujourd'hui cette culture est entrée dans le domaine de la pratique.

Nous nous sommes surtout attachés à essayer des variétés à gros fruits, vu la faveur dont elles jouissent sur les marchés, surtout à Paris, et le profit qu'en retirent les expéditeurs, en raison de l'économie réalisée dans la main d'œuvre.

De toutes les variétés essayées, celles qui ont donné les meilleurs résultats et qui sont maintenant cultivées sont : la Noble Laxton, la Marguerite Lebreton, l'Edouard Lefort, le Crescend Seedling et la Reine de Mai.

Cependant celle qui tient le premier rang comme grosseur de fruit et comme qualité est sans contredit la Noble Laxton; c'est aussi cette variété que nous avons choisie pour les recherches dont nous allons exposer les résultats et qui avaient pour but de nous assurer si, grâce à l'influence de rayons différemment colorés, nous ne pourrions pas arriver à avoir des plantes plus vigoureuses, portant des fruits plus nombreux et plus beaux, tout en augmentant leur précocité.

Si nous avons été amenés à faire ces expériences, c'est que nous savions que de pareilles recherches avaient été entreprises sur d'autres plantes par un assez grand nombre d'expérimentateurs qui sont arrivés à reconnaître que certains rayons lumineux activaient leur végétation et leur fructification tandis que d'autres, au contraire, leur étaient plutôt nuisibles.

C'est ainsi, par exemple, que les savants Texier, Sennebier, au siècle dernier; Daubény, vers 1836 ou 1840, tentèrent cette étude. La conclusion générale à tirer de leurs recherches attribuerait le maximum d'activité aux rayons orangés et jaunes.

Plus tard, les savants : Cloëz, Gratiolet, Sachs, Cailletet, Prillieux et Dehérain ont reconnu l'exactitude de ces conclusions et ont constaté en effet que la lumière orangée est beaucoup plus efficace que la lumière bleue et que la lumière verte. Ces résultats ont été obtenus en plaçant les plantes en expériences, dans des vases où n'arrive qu'une lumière modifiée par son passage au travers d'un verre ou d'une solution colorée.

Draper, en opérant avec le spectre solaire, est arrivé aux conclusions suivantes : le maximum de végétation correspond à la partie du spectre située entre le jaune et l'orangé; le rouge, le bleu, l'indigo et le violet n'ayant aucune influence. Les rayons qui ont le plus d'action sont ceux qui correspondent au spectre d'absorption de la chlorophylle, c'est-à-dire des rayons orangés.

C'est là ce qu'on peut déduire des expériences des savants Jamin, Becquerel, Timiriazeff, Engelman, Reinke, etc.

De tous ces travaux, il résulterait que ce sont les radiations orangées qui seraient le plus favorable au développement des plantes vertes.

Récemment, M. Villon, dans le but de tirer une application pratique de ces données, a mis des plantes en pots dans une grande cage vitrée, d'une capacité de plusieurs mètres cubes, bien aérée et présentant toutes les conditions favorables au bon développement des végétaux. Les verres de cette cage pouvaient être facilement changés et remplacés par des verres colorés. Les résultats qu'il a obtenus en donnant à la croissance des plantes sous verre blanc la note 100, sont les suivants :

Culture sous verres blancs, 100; orangés, 150; violets, 150; bleus, 140; argentés, 60; d'urane, 40; rouges, 15; verts, 10.

Ce sont donc les verres orangés et violets qui auraient le plus

d'influence sur la croissance des végétaux. Mais M. Villon, se basant sur les expériences de Paul Bert qui avaient démontré que les plantes soumises à l'action de la lumière privée de ses rayons rouges ne vivaient pas, conclut de ces essais de laboratoire que la meilleure lumière est celle qui traverse les verres violets (au manganèse), qui laisse passer les rayons rouges, les rayons violets et les rayons calorifiques. Il diffère donc au point de vue pratique des essais de Draper, Engelmann, Reinke, Dehérain, Jamin... etc.

M. Villon, continuant ces essais, a cultivé de la vigne sous une cage munie de vitres violettes et sous une cage munie de vitres incolores. Il a comparé le développement des pieds de vigne dans les deux cas, le feuillage, le raisin et la qualité du vin obtenu.

La vigne cultivée sous verres violets s'est montrée beaucoup plus vigoureuse, plus feuillue, plus en bois; la production des raisins a été aussi plus grande et le vin a été plus alcoolique. En se basant sur les expériences de M. Villon on serait donc tenté de donner la préférence aux rayons violets.

Ces explications préliminaires fournies, nous allons exposer la marche suivie dans nos essais.

Rien n'a été changé dans la disposition des couches qui servent aujourd'hui à la culture des fraises sous châssis, c'est-à-dire que leur préparation, qui est des plus simples, a été faite de la manière suivante : nous avons cultivé contre abri une bande de terre de 1^m,50 de largeur par un défoncement à la bêche de 0^m,30 environ de profondeur, par ce défoncement il a été incorporé au sol du fumier de ferme, préalablement mis en couverture. Cette opération a été effectuée le 5 septembre, sur une longueur de terrain de 12 mètres. Ce n'est que le 25 octobre que le sol a été nivelé et entouré de planches formant coffre. Ce coffre était plus élevé à sa partie postérieure, de manière à donner aux châssis une légère inclinaison vers le Midi.

Quelques jours après, sur le terrain ainsi préparé, les stolons ont été repiqués avec leur motte, à une distance de 0^m,25 en tous sens, la forme de la plantation a été en losanges.

Les châssis placés le 5 novembre avaient chacun 2 mètres de longueur sur 1^m,50 de largeur et étaient garnis de verres de diverses couleurs : rouge, orangé, vert, bleu, violet, verre ordinaire; ces six couleurs différentes recouvraient donc chacune

$2^m \times 1^m,50 = 3$ mètres carrés de terrain, séparés par des cloisons en planches.

Durant le temps de nos expériences, des observations très intéressantes ont pu être faites, c'est ainsi qu'au 20 décembre l'on constatait une différence dans la végétation des plantes et les châssis pouvaient se classer dans l'ordre suivant :

Orangé, verre ordinaire, rouge, violet, bleu, vert.

Pendant toute la durée des observations, c'est-à-dire jusqu'à fin avril, cet ordre de classement est resté le même sauf pour le violet qui a pris la place du rouge.

Les trois dernières couleurs rouge, bleu, vert ont été même nuisibles à la végétation des plantes, ces dernières s'étant complètement étiolées.

Il n'en a pas été de même de la couleur orangée sous laquelle les plantes possédaient des feuilles très développées et très vertes, la couleur violette donnait aux plantes une végétation bien moins vigoureuse et se classait bien après la couleur orangée et le verre ordinaire.

Pour ce qui concerne la floraison, l'observation a montré les résultats suivants : la couleur violette et le verre ordinaire viennent en tête. Dans ces couleurs elle a commencé le 5 janvier, tandis qu'elle n'a eu lieu que le 15 janvier sous le verre orangé. La plus grande quantité de fleurs a été donnée par la couleur violette, puis par le verre ordinaire, en dernier lieu par l'orangé où elles se trouvaient en petit nombre.

La maturité s'est effectuée sous le verre ordinaire le 5 février avec des fruits très beaux, le 15 février sous le verre violet en donnant des fruits d'une médiocre grosseur, et seulement le 22 février sous le verre orangé avec fruits de grosseur moyenne.

Nos observations, au point de vue de la végétation, corroborent donc celles des savants précités.

Elles font ressortir que la couleur orangée pourra être mise en pratique toutes les fois qu'on voudra obtenir des plantes vertes à feuillage vigoureux, des salades que nous avions repiquées sous chaque châssis, nous l'ont encore mieux démontré.

Mais quand on voudra obtenir des fruits ou rechercher la précocité, nous sommes en désaccord avec M. Villon, ce qui tient peut-être à la nature de la plante mise en expérience.

En résumé, il ressort de nos essais les conclusions suivantes :

1° Que le verre orangé a donné le plus de végétation, mais au détriment de la quantité des fruits, de leur grosseur et de leur précocité ;

2° Que sous le verre ordinaire sont venus les fruits les plus beaux et les plus précoces ;

3° Que le verre violet est celui qui a donné le plus de fruits, mais au détriment de leur grosseur, de leur qualité et de leur précocité ;

4° Que les verres rouge, bleu et vert ont été nuisibles à la végétation des plantes.

D'où il résulte que pour la culture des fraises, le verre ordinaire doit être encore conseillé puisqu'il a donné les meilleurs résultats au point de vue du rendement en argent.

REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

Physiologie végétale.

De l'action des composés cuivriques sur les pommes de terre, par M. Aimé Girard. — Nous avons inséré dans le dernier numéro des *Annales*[1] un résumé des recherches de M. Sorauer sur l'action qu'exercent les composés cuivriques sur le rendement des cultures de pommes de terre.

Il résulte des recherches de l'agronome allemand que si les composés cuivriques augmentent considérablement les rendements des variétés atteintes par la maladie, en les préservant des ravages que ne manque pas de produire le *Phytophtora infestans*, quand on ne s'oppose pas à sa propagation, il en est tout autrement quand le traitement porte sur des variétés non atteintes par la maladie; dans ce cas les composés cuivriques diminuent la récolte. — Or, cette même observation a déjà été faite et depuis plusieurs années par notre collaborateur et confrère : M. Aimé Girard.

C'est ce qui résulte nettement de la citation suivante[2] :

« Il n'y a pas, je crois, de variété de pommes de terre absolument réfractaire à la maladie; il n'y a que des variétés plus ou moins résistantes, et telle variété qui résiste dans certaines conditions météorologiques ne résistera pas si ces conditions changent à l'avantage du développement du *Phytophtora infestans*.

« Un exemple emprunté à mes cultures de 1891 le montrera nettement.

« A Joinville-le-Pont, en l'absence de la maladie; à Clichy-sous-Bois, sous l'influence de la maladie, au contraire, deux variétés bien résistantes, la Richter's Imperator et la Red Skinned m'ont donné les nombres suivants:

1. Ce volume, p. 558.
2. *Mémoires de la Société nationale d'agriculture*, t. CXXIV, p. 712, 1892.

JOINVILLE-LE-PONT

	1 ARE TRAITÉ		1 ARE NON TRAITÉ		DIMINUTION de la récolte saine du fait du traitement.	
	Poids total récolté.	Malades	Poids total récolté.	Malades.	En poids.	P. 100.
	kilos		kilos		kilos	
Richter's Imperator. . .	325	0	340	0	15	4.4
Red Skinned..	247	0	258	0	11	4,2

CLICHY-SOUS-BOIS

	1 ARE TRAITÉ			ARE NON TRAITÉ			AUGMENTATION de la récolte saine du fait du traitement.	
	Poids total récolté.	Malades.		Poids total récolté	Malades.			
		En poids.	P. 100.		En poids	P. 100.	En poids.	P. 100.
	kilos	kilos		kilos	kilos		kilos	
Richter's Imperator. . .	465	0 5	0.09	386	9	2.4	73	19.3
Red Skinned.	359	0 5	0.13	324	7	2.1	43	13.2

« Voilà donc deux variétés dont le plant a la même origine, qui, dans le terrain poreux de Joinville où la maladie a été sans importance, où la récolte a été d'un cinquième inférieure à la récolte habituelle, ont perdu, par suite du traitement aux composés cuivriques, 4,4 et 4,2 p. 100 en poids; mais qui au contraire, dans le terrain argilo-sableux de Clichy-sous-Bois, où la maladie a sévi avec une certaine intensité, où la récolte a été d'un dixième supérieure à la normale, ont par suite de ce même traitement gagné l'un 19.3 p. 100 l'autre 13.2 p. 100 du poids. »

Les lignes précédentes démontrent clairement que c'est en France qu'ont été faites d'abord les observations qui font l'objet de la note de M. Sorauer.

P.-P. D.

Les causes qui font monter les betteraves en graines, par M. Ed. Thausing[1]. — Les expériences ont été faites en 1891 dans le champ d'essais de l'Université de Leipzig. Ce champ avait porté auparavant, en 1887, des pommes de terre après une fumure avec du fumier de ferme, en 1888, de l'orge qui avait reçu de la chaux grasse et du sable de rivière, en 1889, du cumin, et en 1890, du blé. La terre, alluvion argileuse profonde, était très propre à la culture de la betterave. Le champ, qui mesurait en tout 430 mètres carrés, avait été divisé en 12 parcelles soumises à des traitements divers, que nous allons énumérer, pour donner une idée de la conduite des expériences :

1. Végétation entravée par la sécheresse.
2. On a entravé la végétation en plaçant les semences à une trop grande profondeur.

1. *Bot. Centralbl.*, Beihefte IV, fasc. 3-4, p. 270.



3. On a activé la végétation en isolant de bonne heure les pieds.
4. On a nui à la végétation en enlevant les feuilles.
5. Parcelle normale.
6. Le semis a été fait tardivement.
7. On a nui à la végétation en ombrageant les plantes.
8 et 9. Parcelles normales.
10. On a tardivement isolé les pieds.
11. On a favorisé la végétation par les engrais azotés.
12. Semis tardif.

Les résultats peuvent être sèchement formulés de la manière suivante :

1. La cause directe qui fait monter en graines durant la première année est intrinsèque et héréditaire; cela veut dire qu'elle prend sa source dans l'individu même qui transmet le vice à sa descendance.

2. Toute influence qui hâte ou qui ralentit la végétation constitue une cause indirecte ; les changements de la température et les conditions d'éclairage exercent sur la durée annuelle de la betterave une influence peut-être plus grande qu'on ne l'avait pensé jusqu'à ce jour.

3. Les betteraves montées en graines diffèrent beaucoup, en quantité et en qualité des betteraves normales.

4. Les betteraves annuelles sont en général plus ligneuses et moins riches en sucre que les normales.

5. Le meilleur moyen d'empêcher les betteraves de monter en graines, consiste dans la production judicieuse des semences.

6. Quant aux fautes qui peuvent être commises dans la culture des betteraves, et aux moyens de les éviter, on doit conseiller :

a) De choisir la semence la mieux appropriée au sol, *b*) de ne pas semer trop tôt; la date dépend naturellement du climat, *c*) de semer superficiellement, *d*) de ne pas isoler trop tôt les pieds, *e*) d'éviter tout ce qui retarde ou accélère la végétation, par exemple de faire passer un rouleau trop lourd après la germination, de fumer dès l'abord avec le salpêtre du Chili, etc.

Recherches sur la sensibilité héliotropique des plantes, par M. W. Figdor[1]. — Les expériences ont été faites avec des plantules étiolées ; la source lumineuse était un très petit brûleur à gaz, une veilleuse, qui équivalait à la distance de 50 centimètres à 0,064 bougie normale. On a obtenu des intensités lumineuses variées et toujours mesurables en faisant varier la distance entre la plante et la flamme. Cette distance étant de 7 mètres, les plantules de *Lepidium sativum* (Cresson alénois), *Amaranthus melancholicus ruber*, *Papaver pæoniflorum* et *Lunaria biennis*, ont encore sensiblement réagi. La sensibilité héliotropique de ces plantes est donc capable de percevoir une intensité lumineuse inférieure à 0,0003262 bougie (soit trois dix-millièmes de bougie !).

La vesce qui est si souvent employée dans les recherches héliotropiques, est beaucoup moins sensible ; sa sensibilité s'éteint à la distance de 2,5 à

1. Sitzungsberichte der Kais. Akad. d. Wissenschaften zer Wien, CII, 1893, 45-59 ; *Bot. Centralbl.*, LIX, 338.

3,5 mètres. D'autres espèces ne réagissent plus à celle de 0,5 à 1 mètre. On a remarqué, qu'en général, les espèces qui vivent habituellement en plein soleil sont moins sensibles que les autres, mais il y a des exceptions, par exemple, le *Papaver pæoniflorum*.

Recherches sur l'influence directe et indirecte de la lumière sur la respiration, par M. Aerebœ [1]. — L'auteur distingue l'action directe et l'action indirecte de la lumière sur la respiration, il entend sous cette dernière dénomination, l'influence que la lumière exerce, par l'intermédiaire de l'assimilation chlorophyllienne, en produisant ainsi les matériaux pour l'entretien de la respiration. Je ne crois pas, du reste, et j'ai déjà eu l'occasion d'insister sur ce point, que ce que l'auteur appelle « action directe » en soit véritablement une; je pense, au contraire, que dans ces cas, la lumière fait sentir son effet en ralentissant l'accroissement. Mais peu importe pour le moment.

Presque sans exception les champignons respirent moins activement à la lumière qu'à l'obscurité; c'est ce qu'avaient déjà constaté Bonnier et Mangin. Des expériences ont été faites ensuite avec les corolles de Pissenlit, de Lilas, de Pivoine, de Sauge, de *Crépis biennis*, de *Chrysantemum Leucanthemum*, de Coquelicot, de Rose, d'*Aster*, ainsi qu'avec des plantules de fève.

Il est à noter tout d'abord que dans tous les cas, l'activité de la respiration s'abaisse depuis le commencement jusqu'à la fin de l'expérience. Si l'objet se trouve d'abord exposé à la lumière et ensuite à l'obscurité, il semble que la respiration soit favorisée par la lumière; l'apparence inverse se produit lorsqu'on opère d'abord à l'obscurité et ensuite à la lumière. L'auteur en conclut que pour tous ces objets privés de chlorophylle, la lumière directe ou diffuse n'exerce aucune action sur la respiration; il reste même dans le doute quant aux champignons.

On se rappelle que Borodine a démontré sur des pousses de différents arbres et arbrisseaux que la grandeur de la respiration (à l'obscurité) se règle sur l'énergie de l'assimilation antérieure (à la lumière). Ce fait a été pleinement vérifié sur des plantules de lupin, qu'on avait fait respirer dans des caisses obscures à la température de 26 degrés. On peut déduire de là qu'il doit exister une périodicité diurne de la respiration induite par la lumière.

Cependant, l'expérience faite avec des Maïs, des rameaux de Sapin et de Lilas a démontré que cette périodicité n'est pas appréciable tant que la plante vit dans de bonnes conditions d'éclairage. Mais si on éclaire insuffisamment un pied de Maïs pendant quatre jours, qu'on note la grandeur de la respiration, on constate, après une bonne insolation que la respiration des racines est soumise à la périodicité diurne. L'explication de cette contradiction apparente est facile à donner: la plante qui assimile bien n'est jamais assez privée d'hydrates de carbone pour que la respiration s'abaisse faute de combustible. Vesque.

1. *Bot. Centralbl.*, LIX, 182.

TABLE

DES MATIÈRES DU TOME XX

TABLE

PAR ORDRE DES MATIÈRES

TABLE

PAR NOMS D'AUTEURS

TABLE DES TOMES XI A XX

PAR ORDRE DES MATIÈRES

B

D

E

G

M

Q

R

S

X Y Z

TABLE DES TOMES XI A XX

PAR NOMS D'AUTEURS

A

B

C

D

J

K

Le Gérant : G. MASSON.

Paris. — Imprimerie L. MARETHEUX, 1, rue Cassette.



